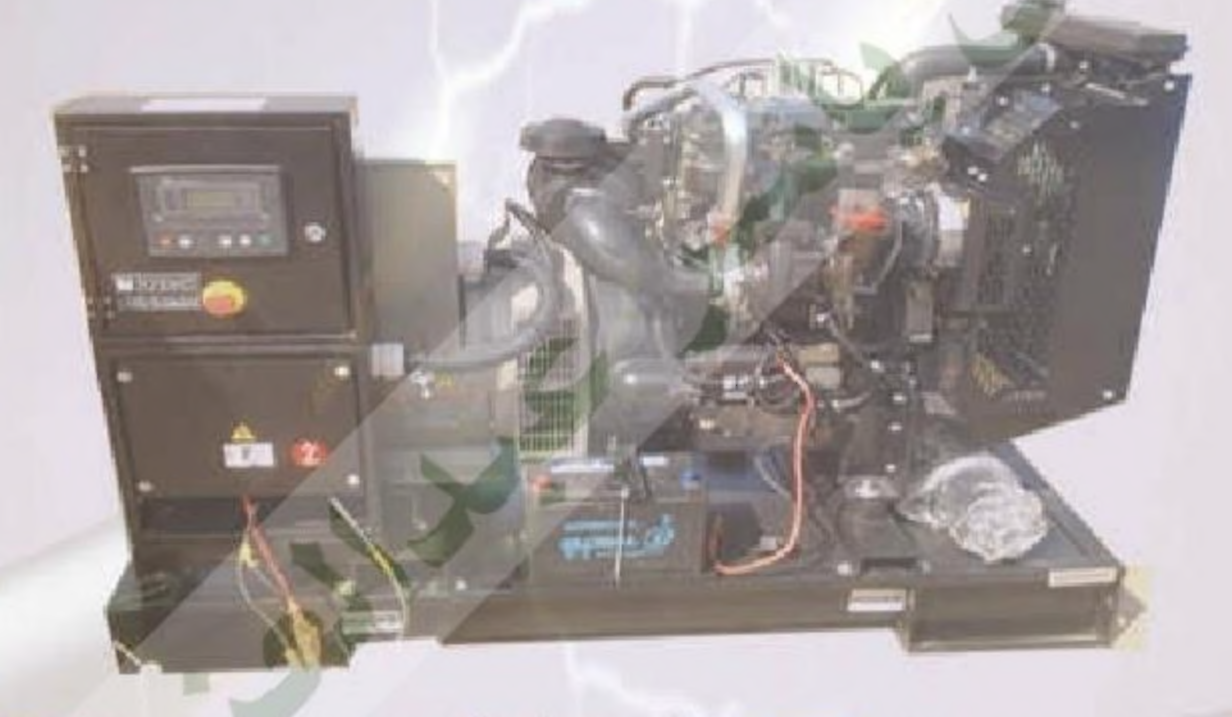
الطبعة الاولى



مولدات الكهرباء















م/ ايمن ياسر عبدالعزيز



مولدات الكهرباء

بسم الله الرحمن الرحيم

مولدات الكهرباء



الطبعة الاولى

١٤٤٠هـ - ٢٠١٩م

وقف لله تعالى

والكتاب متاح الكترونيا مجانا للدارسين العرب حيث يمكن نشره الكترونيا او اقتباس اجزاء منه بشرط الاشارة للمؤلف ، ولا يسمح باستخدامه لتحقيق اى مكاسب مادية او لتدريسه فى اى معاهد اهلية الا بموافقة كتابية من المؤلف



مقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

والصلاة والسلام اجمعين على سيد المرسلين سيدنا محمد النبى الامين وعلى اله واصحابه اجمعين اما بعد،



يسرنى ان اقدم لكم النسخة المبدئية من كتاب المولدات الكهربية وفيه اشرح ما تمنيت ان اجده فى كتاب وهو المولدات الكهربية بصورة تجمع بين النظرى والعملى قدر الامكان مع عرض الكثير من صور المولد على الطبيعة بجودة عالية وبألوان واضحة لتوضيح مكونات المولد والاجزاء المختلفة لمجموعة التوليد وطرق تشغيلهم ودوائر التحكم الخاصة بهم وطرق صيانتهم والاعطال الشائعه ليكون المهندس ملم بالمولدات بصورة عامة وقادر على حل اغلب الاعطال وعمل برامج الصيانة لهم وايضا يكون لديه القدرة على الاشراف على الفنيين والمشرفيين العاملين بهذا المجال

لذا اتمنى ان اكون قد وفقت ولو فى القليل فى ايصال ما اردت ايصاله مع العلم ان الكتاب مازال تحت المراجعة لاستقبال ملاحظاتكم لبيان اى اخطاء موجودة بالكتاب لتصحيحها باذن الله تعالى فى النسخة القادمة

م/ ايمن ياسر
١٤٤٠ هـ



مقدمة ١

فكرة هذا الكتاب فى البداية كانت مجرد صور وملاحظات ادونها لنفسى عن المولدات الكهربية من الخبرة العملية والكتب النظرية ودليل المستخدم لتكون عونا لى عند الحاجة،

ثم تطورت الفكرة لكى يتم الشرح باستفاضة واضافة المزيد من الصور التوضيحية لتكون كتاب يعين المهندس او الفنى حديث العهد بالمولدات على التعامل معها وتدبر اعطالها خصوصا انى لم اجد اى كتاب بالعربية يشرح المولدات مزود بصور ملونة واضحة لمكونات المولد !!!!
كان هذا منذ اكثر من ثلاث سنوات ولم انتهى من الكتاب بعد حتى عزمت العزم اخيرا على انهائه واستطعت بفضل الله انهائه فى العشر الاوائل من ذو الحجة بعد ان استغللت الوقت الضائع فى مشاهدة دقائق من مسلسل تافه وساعات من اعلانات فارغة فى انهاء الكتاب!

ايمن ياسر عبدالعزيز
١ ذو الحجة ١٤٤٠ هجرى

مقدمة ٢

حقيقة لا ادرى لما تخلو المكتبة العربية من كتب مختصة بشرح الاجهزة الالكترونية الحديثة مثل مغيرات السرعة واجهزة التحكم المبرمج واجهزة القياس من نظرية عمل وطريقة ضبط وامثلة وتطبيقات على الرغم من التطور السريع فى الغرب والتطوير المستمر السريع لهذه الاجهزة!
ربما ينتظر العرب ان يصل الغرب لاخر التقنية ثم يشرحوها حتى لايتعبوا فى اعادة الشرح فى حالة ظهور تقنية حديثة!!
ايضا لا ادرى لما يصر الكتاب على اخلاء اى كتاب علمى من الصور الملونة الزاهية على الرغم من ان جميع الدراسات النفسية الحديثة اثبتت بما لايدع مجالا للعك اقصد للشك ان الصور الملونة او تغيير الالون فى الكتابة ينشط المخ ويزيد من قدرته على الاحتفاظ بالمعلومات كما انه مضاد جيد للملل!!!
فتجد اغلب الكتب مزودة برسم بالابيض والاسود وبجودة رديئة على الرغم من التطور السريع لالات التصوير الفوتغرافى والتى تمكنك من التقاط صور بجودة عالية جدا وعلى الرغم ايضا من تطور برامج التصميم والشرح والتى تمكنك من تصميم صورة مبسطة للشرح وتوافر ماكينات التصوير الالوان والتى اصبحت رخصية الثمن وسهلة المنال عكس الامس!
حسنا هذا لا يعنى انك ستجد صور بجودة عالية! فهنا يقيدنى الامكانيات ولكنى راعيت ان تكون الصور باعلى جودة ممكنة وبالوان ذاهية قدر الامكان



الفهرس

الفصل الاول
نظرية العمل

المولدات

تستخدم المولدات الكهربية العاملة بماكينات الديزل فى توليد الكهرباء بصورة اساسية للاماكن النائية التى لايصلها تيار الشبكة العمومية والاماكن التى لايمكن ربطها بالشبكة الكهربية مثل السفن والغواصات!!، كما تستخدم هذه المولدات احتياطيا فى المنشأت الهامة مثل المستشفيات والمصانع لضمان استمرار تغذية الاحمال الحرجة بالكهرباء فى حالة انقطاع الكهرباء العمومية، بالاضافة الى انها تستخدم فى بدء محطات الكهرباء البخارية حيث تقوم بتشغيل الخدمات المساعدة للمحطة حتى تبدء بتوليد الكهرباء فيتم ايقاف الديزل وتغذية الخدمات المساعدة من كهرباء المحطة نفسها

تتكون المولدات الكهربية من جزئين رئيسيين
الجزء الاول: الديزل وهو المسؤل عن توليد الحركة الميكانيكية اللازمة لادارة المولد
الجزء الثانى: المولد وهو المسؤل عن تحويل الطاقة الميكانيكه الى طاقة كهربية، بمعنى اخر هو المسؤل عن توليد الكهرباء

أولا مولد الكهرباء

يكون مولد الكهرباء عادة احادى الوجه للقدرات المنخفضة ، وثلاثى الاوجه للقدرات الكبيرة
يكون المولد عادة تزامنى لسهولة التحكم فى الجهد والتردد وللاستقراره مع تغير الاحمال

اشهر مصنعى المولدات

١. مولدات ستامفورد انجليزى الصنع
٢. مولدات سومر فرنسى الصنع
٣. مولدات ميك الت ايطالى الصنع
٤. مولدات مارثون امريكية الصنع







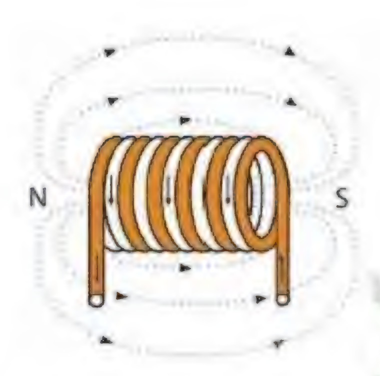


نظرية توليد الكهرباء

لفهم نظرية توليد الكهرباء يجب اولا مراجعة بعد المبادىء الاساسية للكهرباء.

المغناطيس الكهربى

اى ملف كهربى يمر فيه تيار يتحول الى مغناطيس له قطب شمالى وقطب جنوبى



حيث تعتمد شدة المجال المغناطيسى على عدد اللفات والتيار المار فى الملف والنفاذية المغناطيسية للوسط داخل الملف
يمكن تحديد القطب الشمالى للمجال الكهرومغناطيسى الناتج من ملف كهربى باستخدام قاعدة فلمنج لليد اليسرى



حيث تشير اصابع اليد الاربع الى اتجاه مرور الالكترون فى الملف (عكس اتجاه التيار) فيكون اصبع الابهام يشير الى القطب الشمالى N
او تستخدم اليد اليمنى وتشير باصابع اليد الى اتجاه مرور التيار (عكس اتجاه مرور الالكترون) فيكون اصبع الابهام يشير الى القطب الشمالى N

بالتالى لعكس قطبية المغناطيس يجب ان نعكس اتجاه مرور التيار اى نعكس قطبية الجهد

الحث الكهرومغناطيسى

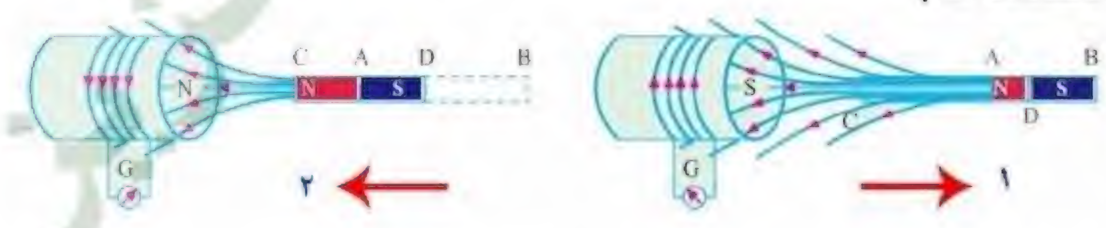
اى ملف كهربى يتعرض لمجال مغناطيسى متغير يتولد فيه بالحث قوة دافعة كهربية مستحثة ق.د.ك
الجهد المتولد فى الملف او ق.د.ك تتناسب مع عدد لفات الملف ومعدل تغير المجال كما انها تعاكس تغير المجال المسبب لها
طبقا لقانون فاراداى

$$E_{emf} = -N\frac{d\Phi}{dt}$$

E هى القوة الدافعة الكهربية المتولدة
N هى عدد لفات الملف
$-d\Phi/dt$ هو معدل تغير خطوط المجال المغناطيسى بالنسبة للزمن

مثلا اذا افترضنا وجود ملف كهربى له عدد N من اللفات ومغناطيس كهربى

الوضع ١ المغناطيس يتحرك مبتعدا عن الملف بالتالى يتعرض الملف لمجال متغير (بابتعاد المغناطيس يضعف المجال المؤثر على الملف) بالتالى يتولد فى الملف جهد او ق.د.ك طبقا لقانون فاراداى
اذا كان الملف ذا دائرة مغلقة يمر تيار بالتالى يولد مجال مغناطيسى ويتحول الملف الى مغناطيس كهربى كما اوضحنا سابقا بحيث يكون هذا المغناطيس معاكس لتغير مجال المغناطيس الدائم!
بمعنى القطب الشمالى للمغناطيس الدائم المقابل للملف يتحرك مبتعدا عن الملف بالتالى بمرور تيار فى الملف يتحول لمغناطيس قطبه الجنوبى مقابل للقطب الشمالى للمغناطيس الدائم ، وبما ان الاقطاب المختلفة تتجاذب يحدث تجاذب بين المغناطيس الكهربى والمغناطيس الدائم لمنع ابتعاد المغناطيس (وهذا هو تفسير ان الجهد المتولد يعاكس تغير المجال المسبب له!)

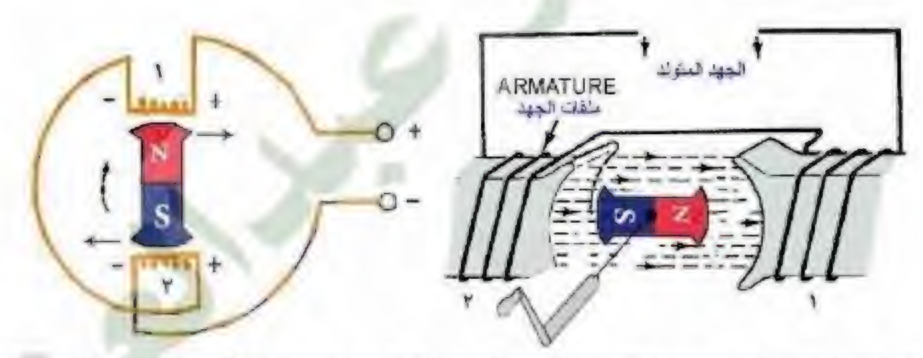


الوضع ٢ المغناطيس يتحرك باتجاه الملف بالتالى يتعرض الملف لمجال متغير (باقتراب المغناطيس يقوى المجال المؤثر على الملف) بالتالى يتولد فى الملف جهد او ق.د.ك طبقا لقانون فاراداى

اذا كان الملف ذا دائرة مغلقة يمر تيار بالتالى يولد مجال مغناطيسى ويتحول الملف الى مغناطيس كهربى معاكس لتغير مجال المغناطيس الدائم!
بمعنى القطب الشمالى للمغناطيس الدائم المقابل للملف يتحرك باتجاه الملف بالتالى بمرور تيار فى الملف يتحول لمغناطيس قطبه الشمالى مقابل للقطب الشمالى للمغناطيس الدائم ، وبما ان الاقطاب المتشابهة تتنافر يحدث تنافر بين المغناطيس الكهربى والمغناطيس الدائم لمنع اقتراب المغناطيس (وهذا هو تفسير ان الجهد المتولد يعاكس تغير المجال المسبب له!)

تذكر انه لكى تنعكس قطبية المغناطيس الكهربى يجب ان ينعكس اتجاه التيار المار به، وهذا يعنى ان الجهد المتولد فى الملف فى الوضع ٢ يكون عكس الجهد المتولد فى الوضع ١ ويطلق على هذا الجهد متغير القطبية جهد متردد...

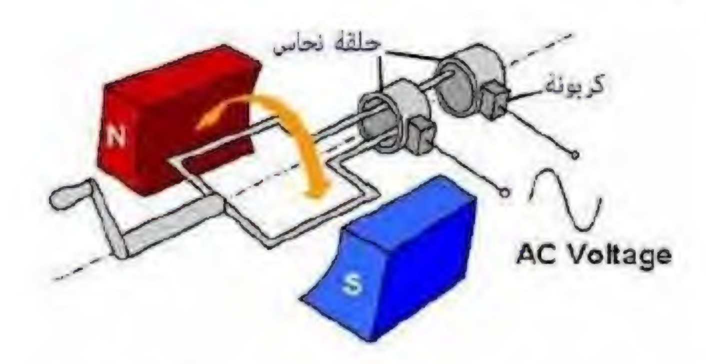
فى الشرح السابق كان المغناطيس يتحرك خطيا باتجاه الملف او بالبعد عن الملف لتوضيح الفكرة فقط !، ففى الواقع يتحرك المغناطيس حركة دائرية حول ٢ ملف (او اكثر!) موصلين توالى ويتولد ايضا ق.د.ك فى كل ملف تماما كالسابق



عند دوران المغناطيس مع عقارب الساعة يبتعد القطب الشمالى عن الملف ١ بالتالى يتولد فيه جهد يعاكس تغير المجال اى يتحول الملف ١ الى مغناطيس كهربى ذا قطب جنوبى يقوم بجذب القطب الشمالى للمغناطيس الدائم لمنعه من الابتعاد!
ايضا يبتعد القطب الجنوبى للمغناطيس الدائم عن الملف ٢ بالتالى يتولد فيه جهد ويتحول الى مغناطيس قطبه الشمالى مقابل لقطب المغناطيس الدائم الجنوبى بالتالى يجذبه حتى لا يبتعد وهكذا...

بزيادة تيار الملف يزيد مجال الملف وايضا تزيد معاكسة الملف لحركة المغناطيس! ، بمعنى اخر بزيادة الحمل الكهربى يزيد الحمل الميكانيكى اللازم لانشاء حركة لتوليد كهرباء!!

يمكن ايضا توليد الكهرباء بنفس الطريقة السابقة اذا كان الملف هو الذى يدور والمغناطيس ثابت



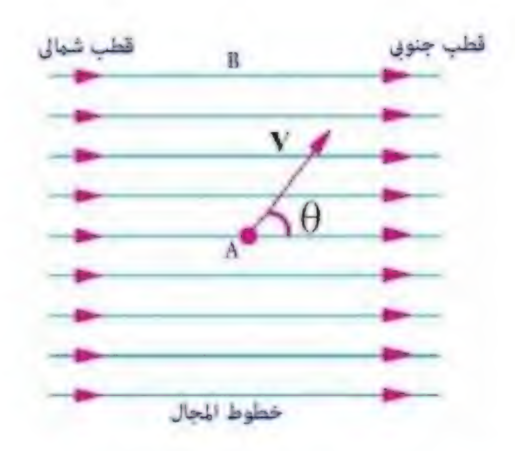
وفى هذه الحالة بما ان الملف الذى يتولد عليه جهد يدور فلن نستطيع توصيله مباشرة بالحمل!!
لذا يتم توصيل كل طرف للملف بحلقة نحاسية تدور مع الملف ، ونستخدم فرش كربونية (كربون او شربون بلغة السوق) والتى تلامس كل فرشة حلقة وتتصل بالحمل ، مع العلم نتيجة الاحتاك والشرر تتأكل الكربونة وتحتاج الى التغيير لذا لايفضل ان توضع ملفات الجهد فى العضو الدوار..

قيمة الجهد المتولد

اى موصل كهربى يقطع خطوط مجال مغناطيس يتولد عليه جهد كهربى مقداره E ويساوى

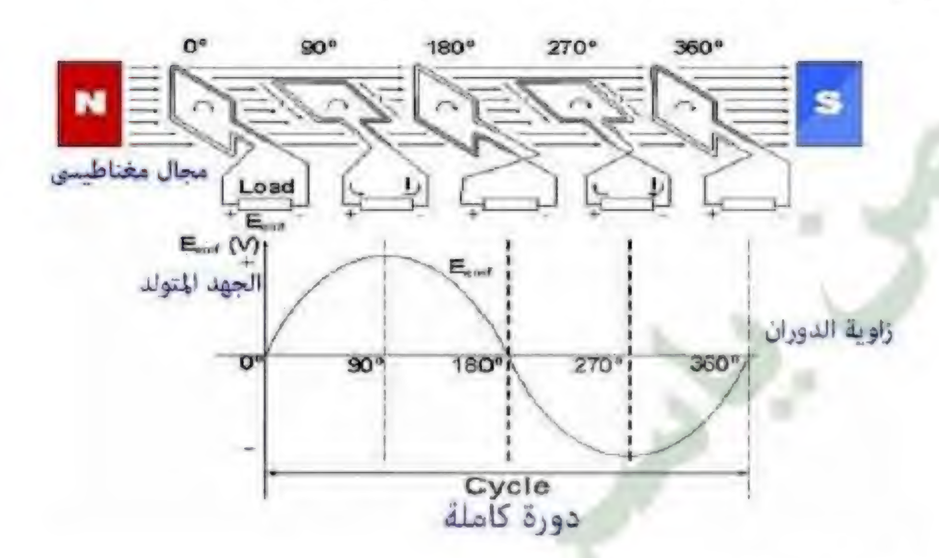
$$E=-L*B*V*\sin\theta$$

حيث
L هو طول الموصل بالمتر
B هى كثافة الفيض المغناطيسى بالوبر/م^{٢}
V هى سرعة حركة الموصل بالمتر/ث
θ هى الزاوية بين خطوط المجال واتجاه الحركة
- السالب تعنى ان اتجاه ال ق.د.ك المتولدة يعاكس الحركة المسببة لها
A هو الموصل الكهربى



بالتالى يتولد اعلى جهد اذا كان اتجاه الحركة عمودى على خطوط المجال sin90=1
ويتولد اقل جهد (صغر فولت) عندما يكون اتجاه الحركة موازى لخطوط المجال sin 180=0

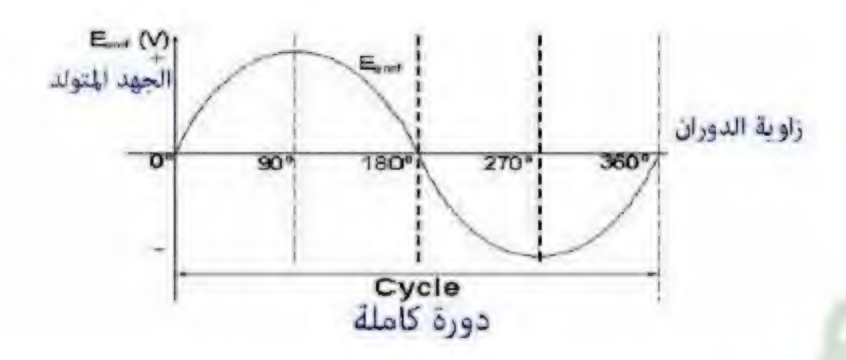
قيم الجهد المتولدة فى الملف خلال دورة كاملة



يتم ادارة الملف باليد

- فى الوضع الابتدائى او وضع صفر الملف عمودى على خطوط المجال اى ان اتجاه الحركة (يدور مع عقارب الساعة) موازى لخطوط المجال اى ان الزاوية بصفر بالتالى الجهد المتولد بصفر (Sin 0=0)
- فى الوضع ٩٠ يكون الملف موازى لخطوط المجال اى ان اتجاه الحركة عمودى على خطوط المجال اى ان الزاوية ب ٩٠ درجة فيتولد اعلى جهد (Sin 90=1)
- فى الوضع ١٨٠ درجة يكون الملف عمودى على خطوط المجال اى ان اتجاه الحركة موازى لخطوط المجال اى ان الزاوية ١٨٠ درجة بالتالى الجهد المتولد بصفر (Sin 180=0)
- فى الوضع ٢٧٠ يكون الملف موازى لخطوط المجال اى ان اتجاه الحركة عمودى على خطوط المجال اى ان الزاوية ٢٧٠ درجة فيتولد اعلى جهد ولكن سينعكس قطبية الجهد على الملف (sin 270=-1) السالب تعنى ان القطبية انعكست
- فى الوضع ٣٦٠ درجة يكون الملف عمودى على خطوط المجال اى ان اتجاه الحركة موازى لخطوط المجال اى ان الزاوية ٣٦٠ درجة بالتالى الجهد المتولد بصفر (Sin 360=0)
-

الجهد السابق هو جهد متغير القيمة والاتجاه وهو يسمى جهد متردد



التردد هو عدد مرات الدورة الكاملة او cycle فى الثانية وهو يعتمد على سرعة الدوران وعلى عدد الاقطاب

$$F=N*P/60$$

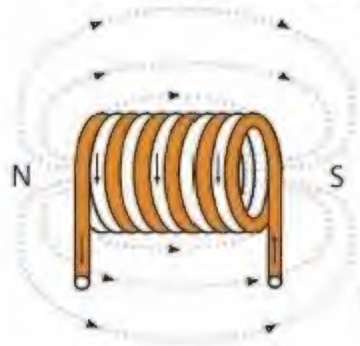
F التردد
N سرعة الدوران لفة/دقيقة
P نصف عدد الاقطاب (عدد اقطاب المغناطيس، فى المثال السابق يوجد مغناطيس واحد فقط له قطبين اى نصف عدد الاقطاب يساوى ١ !!)

الدورة الكاملة او cycle تعنى تغير الجهد من الصفر- اعلى قيمة – صفر - اعلى قيمة بالسالب – صفر ، ولاتعنى بالضرورة دوران الملف دورة كاملة فمثلا اذا زاد عدد الاقطاب للضعف (اى الى ٤ اقطاب) وادرنا الملف بنفس السرعة فان نصف دورة دوران للملف ستولد دورة كاملة للجهد...

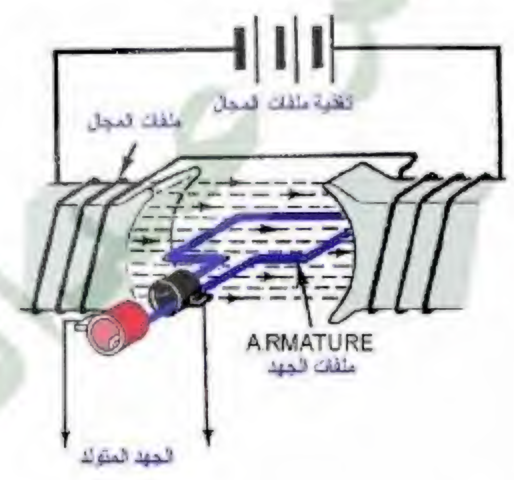
فمثلا ستجد المولد الذى يحوى ٢ قطب ويدور بسرعة ٣٠٠٠ لفة/دقيقة (اى ٥٠ لفة فى الثانية) يعطى تردد ٥٠ هرتز (طبقا للمعادلة السابقة وطبقا للمنطق !)
والمولد الذى يحوى ٤ قطب اذا دار بنفس السرعة اى ٣٠٠٠ لفة/دقيقة (اى ٥٠ لفة فى الثانية) سيعطى ١٠٠ هرتز ! لذا ستجده دائما يدور بنصف السرعة اى ب ١٥٠٠ لفة/دقيقة فقط (اى ٢٥ لفة فى الثانية) لكى يعطى نفس التردد ٥٠ هرتز

السؤال الذى يطرح نفسه لما تصر المراجع والكتب العلمية على استخدام وحدة قياس السرعة لفة/دقيقة على الرغم من ان استخدامها كـ لفة/ث ستكون اوضح بكثير؟؟

للحصول على مولد بقدرات كبيرة يتم استبدال المغناطيس الدائم بملف كهربائى يتم تغذيته من جهد ثابت حيث ان اى ملف يمر به تيار يتولد حوله مجال كهرومغناطيسى ويعمل كمغناطيس دائم له قطبين قطب شمالى وقطب جنوبى بالتالى يمكننا الحصول على مغناطيس بقوة اكبر من المغناطيس الطبيعى فكما علمنا شدة المجال المغناطيسى للملف يتناسب مع عدد اللفات وعلى التيار المار فى الملف والنافذية المغناطيسية للقلب الحديدى للملف..



فى هذه الصورة تم استبدال المغناطيس الدائم بملف يتم تغذيته بواسطة بطارية

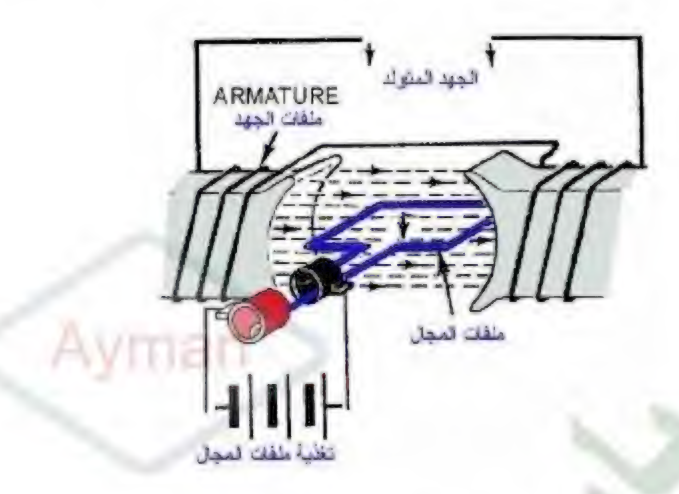


- الملفات التى يتولد عليها جهد تسمى ملفات الجهد او armature
- الملفات التى تولد المجال المغناطيسى تسمى ملفات المجال او field

لاحظ

- ملفات الجهد فى العضو الدوار ويتم توصيل الجهد المتولد للحمل عبر الغرش الكربونية (الشربون)
- ملفات المجال فى العضو الثابت ويتم توصيلها ببجهد مستمر مباشرة لتولد مجال مغناطيسى (بدلا من المغناطيس الدائم)

كما علمنا فان المغناطيس قد يكون ثابت والملف متحرك او العكس فى هذه الصورة ملفات المجال فى العضو المتحرك ويتم تغذيتها بالجهد المستمر عبر الفرش الكربونية ، وملفات الجهد فى العضو الثابت وتتصل بالحمل مباشرة



يسمى المولد حسب الملفات الموجودة فى العضو الدوار

١. لو ملفات الجهد فى العضو الدوار يسمى المولد rotating armature generator اى مولد ذا ملفات جهد دوارة
٢. لو ملفات المجال فى العضو الدوار يسمى rotating magnetic field اى مولد ذا ملفات مجال دوارة

فى الصورتين السابقتين لمولد بملفات مجال فى العضو الدوار ومولد ذا ملفات جهد فى العضو الدوار **قد يظن** احدهم خطأ ان الفرق بينهم هو

- اعتبار ملفات المجال ملفات جهد بالتالى توصيلها بالحمل
- اعتبار ملفات الجهد ملفات مجال اى توصيل البطارية بالفرش الكربونية

بمعنى اخر

- بدل من توصيل البطارية لملفات العضو الثابت يتم توصيلها عبر الفرش الكربونية لملفات العضو المتحرك
- وبدل من توصيل الحمل على الفرش الكربونية يوصل على ملفات العضو الثابت

وهذا خطأ بالطبع لان قدرة وجهد وتيار ملفات المجال (عدد اللفات ومساحة مقطع السلك) تختلف عن قدرة وجهد وتيار ملفات الجهد (عدد اللفات ومساحة المقطع) بالتالى لايمكن اعتبار ملفات المجال ملفات جهد وملفات الجهد ملفات مجال!!!!!

بالتالى

- المولد ذا ملفات جهد دوارة لا يمكن عكس الملفات واعتباره مولد ذا ملفات مجال دوارة !!!
- المولد ذا ملفات مجال دوارة لايمكن عكس الملفات واعتباره مولد ذا ملفات جهد دوارة !!

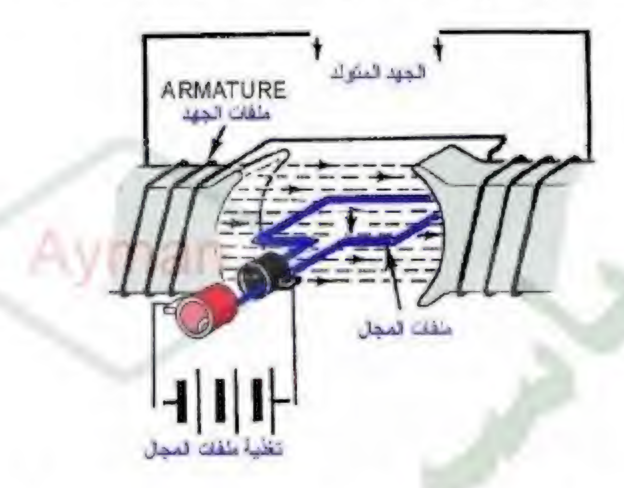
ايهما افضل ان تكون ملفات المجال فى العضو الدوار ام ملفات الجهد فى العضو الدوار؟؟

الافضل طبعا هو ان تكون ملفات المجال فى العضو الدوار حيث ان جهد ملفات المجال عادة ١٢ او ٢٤ فولت مستمر وتيارها منخفض اما جهد ملفات الجهد ٢٢٠ فولت للمولد احادى الوجه و ٣٨٠ جهد للمولد ثلاثى الاوجه والتيار يكون عالى بالتالى لو كانت ملفات الجهد فى العضو الدوار يكون الجهد عبر الفرش الكربونية عالى و تتولد شرارة ذا جهد عالى مما يسبب مشاكل بعزل الملفات كما يقلل من العمر الافتراضى للفرش

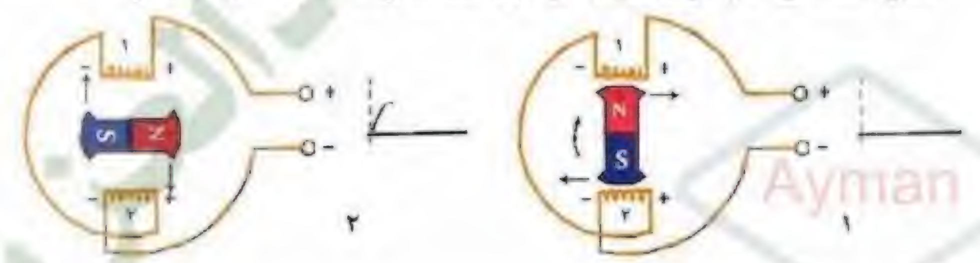
ينقسم مولد الكهرباء من حيث عدد الاوجه الى
- مولد ذا وجه واحد
- مولد ذا وجهين
- مولد ذا ثلاث اوجه

مولد احادى الوجه

كما اتفقنا ان التصميم الافضل هو وجود ملفات المجال فى العضو الدوار



- ملفات المجال فى العضو الدوار وهى ملفات احادية الوجه ويتم تغذيتها بجهد مستمر عبر الفرش الكربونية فتتحول الى مغناطيس كهربى له قطب شمالى وجنوبى!
- ملفات الجهد فى العضو الثابت هى ملفات وجه واحد وهى عبارة عن ملفين تم توصيلهم توالى للحصول على جهد اكبر

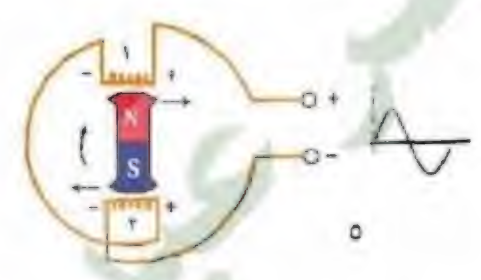


- فى الوضع الاول المغناطيس عمودى على الملفات اى ان اتجاه الحركة موازى للملفات اى ان الجهد المتولد فى الملفين بصفر (sin0=0)
- فى الوضع الثانى (دار المغناطيس ٩٠ درجة) المغناطيس موازى للملفات اى انا اتجاه الحركة عمودى على الملفات اى يتولد اقصى

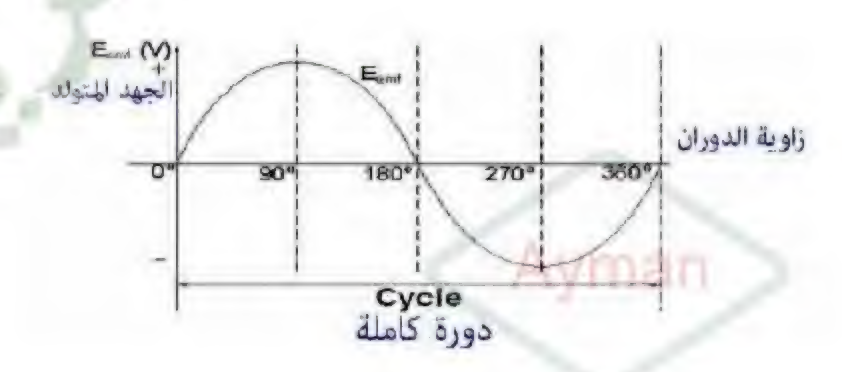
جهد فى كل ملف وبما انهم توالى يكون الجهد الكلى مجموع جهدى الملف (sin90=1)



- فى الوضع الثالث (دار المغناطيس ٩٠ درجة اخرى اى اصبحت الزاوية ١٨٠) المغناطيس عمودى على الملفات اى ان اتجاه الحركة موازى للملفات اى ان الجهد بصغر (sin 180=0)
- فى الوضع الرابع (دار المغناطيس ٩٠ درجة اخرى اى اصبحت الزاوية ٢٧٠) المغناطيس موازى للملفات اى ان اتجاه الحركة عمودى على الملفات اى ان الجهد باقصى مايمكن لكن بقطبية معكوسة (sin 270=-1)

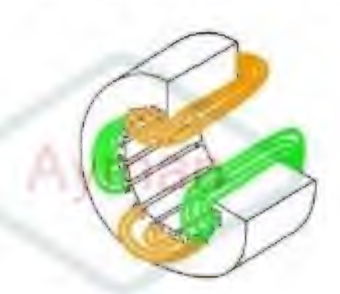


- فى الوضع الخامس (دار المغناطيس ٣٦٠ درجة اى دورة كاملة) بالتالى عاد لوضع الصفر واصبح اتجاه الحركة موازى للملفات بالتالى اصبح الجهد بصغر..

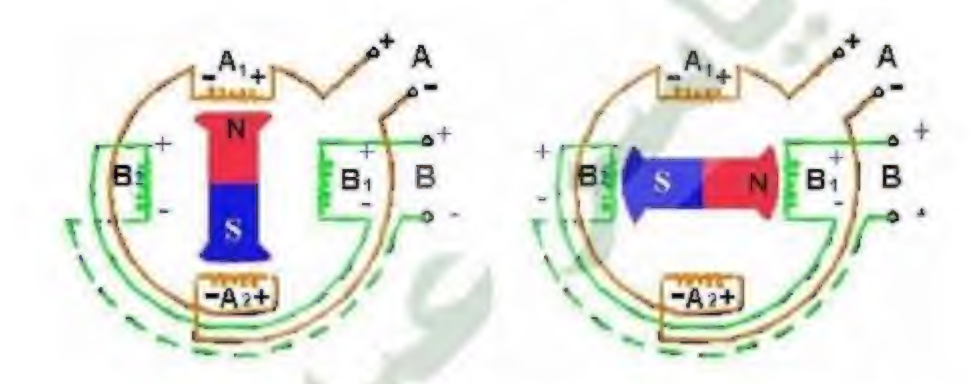


مولد ثنائى الوجه

تتكون ملفات الجهد لهذا المولد من ملفين اى وجهيين (فازتين)
ملفات الفازة الثانية توضع عمودية على ملفات الفازة الاولى اى بينهم زاوية مقدارها ٩٠ درجة
كل فازة مكونة من ملفين موصليين توالى لزيادة الجهد



شرح مبسط



فى الوضع الاول (على اليسار)

- المغناطيس عمودى على ملفات الفازة الاولى بالتالى اتجاه الحركة موازى لملفات الفازة الاولى بالتالى الجهد المتولد بالفازة الاولى صفر (sin 0 =0)
- المغناطيس موازى لملفات الفازة الثانية بالتالى اتجاه الحركة عمودى على ملفات الفازة الثانية بالتالى الجهد المتولد بالفازة الثانية اكبر مايمكن (sin 90=1)

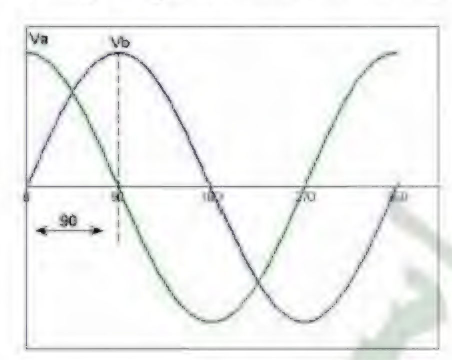
فى الوضع الثانى (على اليمين)

- المغناطيس موازى لملفات الفازة الاولى بالتالى اتجاه الحركة عمودى على ملفات الفازة الاولى بالتالى الجهد المتولد بالفازة الاولى اكبر مايمكن (sin 90=1)
- المغناطيس عمودى على ملفات الفازة الثانية بالتالى اتجاه الحركة موازى لملفات الفازة الثانية بالتالى الجهد المتولد بالفازة الثانية صفر (sin 0 =0)

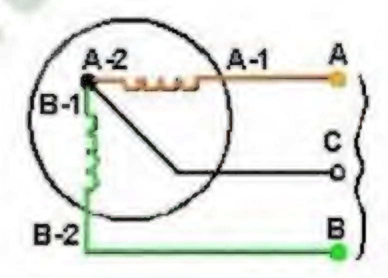
وهكذا فى باقى الاوضاع...

نتيجة لما سبق

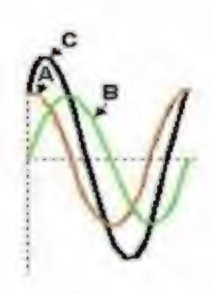
- عندما يتولد اقصى جهد فى الغازة الاولى يكون جهد الغازة التانية بصغر
- عندما يكون جهد الغازة الاولى بصغر يكون جهد الغازة التانية باكبر مايمكن
- اى انه هناك ترحيل مقداره ٩٠ درجة بين موجة جهد الغازة الاولى وموجة جهد الغازة التانية كما موضح بالرسم

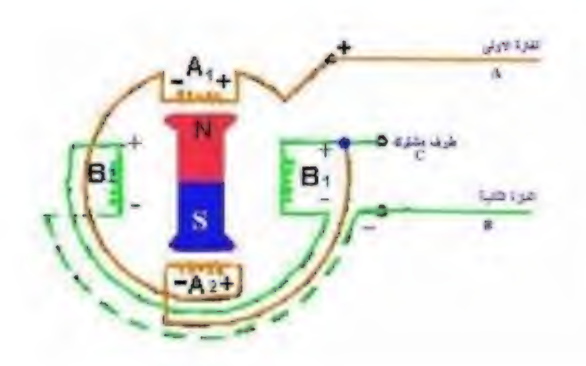


- بدلا من اخرج ٤ كابلات (طرفين لكل فازة) يتم توصيل طرف من فازة A وطرف من فازة B كطرف مشترك (بداية فازة بنهاية فازة او نهاية ببداية) بالتالى عدد الكابلات تكون ٣ كابلات فقط كابل للغازة A وكابل للغازة B والكابل المشترك
- بمعنى اخر يتم توصيل الغازة الاولى والتانية توالى واخراج طرفين التوالى بالاضافة للنقطة المشتركة بين الغازتين



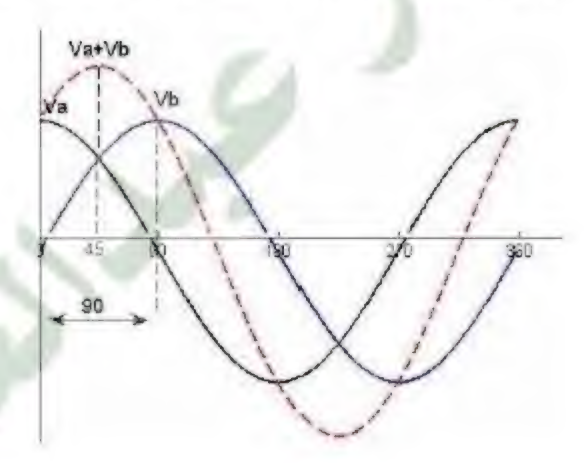
الهدف من ذلك هو الحصول على جهد ثالث (جهد المحصلة للغازة A والغازة B بتوصيلهم توالى) هذا الجهد يكون بين الطرفين A-B ويكون المجموع الاتجاهى لجهد الغازة الاولى والتانية (المجموع الاتجاهى لان الجهدين مختلفين فى الزاوية لان بينهم زاوية ٩٠ درجة كما اوضحنا) ويكون اكبر من جهد A-C او B-C





لاحظ

- تم توصيل الفازتين توالى للحصول على جهد المحصلة
- جهد الفازة الاولى يساوى جهد الفازة التانية ولكن بينهم زاوية ٩٠ درجة كما اوضحنا اى ان الجهد بين A-C يساوى الجهد بين B-C
- الجهد بين الفازتين A-B اكبر من جهد الفازة الواحدة بمقدار جذر ٢ اى بمقدار ١,٤١٤ (وليس الضعف لان الجمع اتجاهى وليس جبرى)
- جهد محصلة الفازتين اى الجهد بين A-B متاخر عن جهد الفازة A بمقدار ٤٥ درجة ومتقدم على جهد الفازة B بمقدار ٤٥ درجة
- ممكن تسمى الطرف المشترك C النيوترال او المحايد



شرح تفصيلى

جهد الغازة الاولى $Va=Vm \sin(wt+90) = V < 90$

جهد الغازة الثانية $Vb=Vm \sin(wt) = V < 0$

للتحويل من الصورة القطبية (مقدار وزاوية) الى صورة رقم مركب (رقم حقيقى ورقم تخيلى)

$X=V < Ø$ (الصورة القطبية)

$A= V \cos Ø + J V \sin Ø$ (الصورة المركبة)

بالتالى

جهد الغازة الاولى فى صورة مركبة $Va=V\cos 90 + J V \sin 90$

$Va=v*0 + J V*1$

$\mathbf{Va=J V}$

جهد الغازة الثانية فى صورة مركبة $Vb= V\cos 0+ J V \sin 0$

$Vb=V*1+ J V*0$

$\mathbf{Vb=V}$

جهد محصلة الغازتين

$Vab=Va-Vb= JV-V = -V +JV$

لاعادة رقم مركب الى الصورة القطبية (مقدار وزاوية) (Z- Ø)

$X= a \cos Ø + J b \sin Ø$

$Z=\sqrt{(a^2 + b^2)}$

$Ø=\tan^{-1}(b/a)$

$X= Z < Ø$

بالتالى

$Z=\sqrt{((-V)^2 + (V)^2)}$

$Z=\sqrt{2} *V$

$Ø=\tan^{-1}(-V/V) = \tan^{-1}(-1)= - 45$

جهد محصلة الغازتين فى صورة قطبية اى مقدار وزاوية

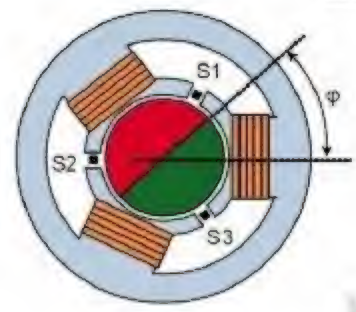
$\mathbf{Vab=\sqrt{2} *V < -45}$

$\mathbf{Vab= =\sqrt{2}*Vm \sin(wt-45)}$

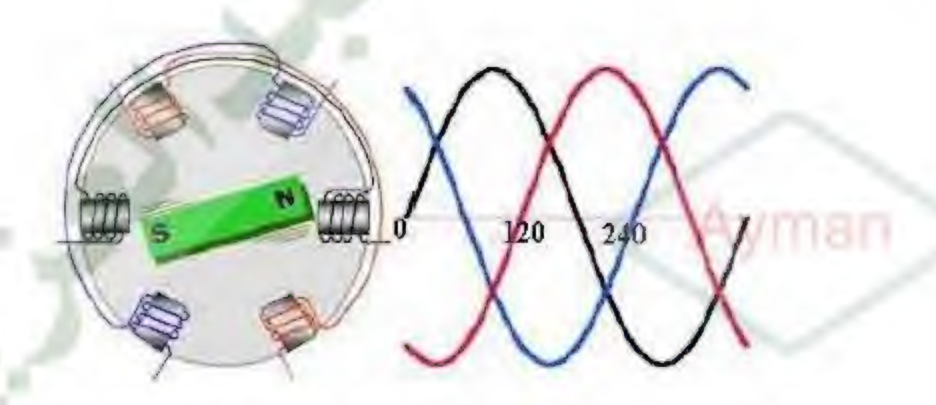
ومن هنا كان جهد المحصلة مقداره جذر ٢ فى جهد الغازة وبزاوية مقدارها سالب ٤٥ درجة اى انها تتأخر عن الغازة الاولى بمقدار ٤٥ درجة وتتقدم على الغازة الثانية بمقدار ٤٥ درجة

مولد ثلاثى الاوجه

تتكون ملفات الجهد لهذا المولد من ثلاث فازات توضع بحيث يكون هناك زاوية مقدارها ١٢٠ درجة بين كل فازة واخرى
كل فازة تتكون من ملفين يوصلو توالى لزيادة الجهد
تتكون فى كل ملف نتيجة دوران ملفات المجال جهد مشابه لجهد المولد الاحادى ولكن بزاوية مختلفة



حيث تكون هناك زاوية مقدارها ١٢٠ درجة بين جهد كل فازة واخرى
ملفات الفازة الاولى زاويتها بصفر اى ان موجة الجهد المتولد تبدء من الصفر
ملفات الفازة الثانية زاويتها -١٢٠ درجة اى ان موجة الجهد المتولد تبدء من زاوية ١٢٠
ملفات الفازة الثالثة زاويتها -٢٤٠ اى ان موجة الجهد المتولد تبدء من ٢٤٠



- فرق الجهد بين فازة واخرى = جهد الفازة *√3

بدلا من اخراج ٦ كابلات (كابلين لكل فازة) يتم توصيل الملفات الثلاث ستار او دلتا ويخرج ثلاث او اربع كابلات فقط وسنشرح بالتفصيل لاحقا

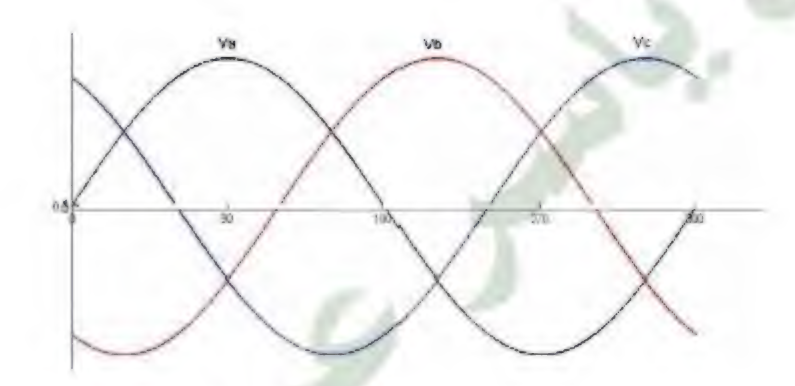
شرح باستفاضة

كما نعلم ان الجهد ثلاث فازات متساوية فى المقدار ولكن بينها زاوية ١٢٠ درجة بالتالى

١. زاوية الفازة الاولى بصفر
٢. زاوية الفازة التانية ب -١٢٠
٣. زاوية الفازة الثالثة ب -٢٤٠ اى ب ١٢٠

لو رمزنا للفازات الثلاث ب A-B-C يكون

A= V <0
B= V <-120
C= V <120



للحصول على قيمة وزاوية الجهد بين فازاتين V_{ab} (جهد الخط)

$V_{ab}=V_a-V_b$ = V <0 - V <-120

لمعرفة حاصل طرح القيمتين يجب تحويلها الى صورة مركبة
للتحويل من صورة قطبية (مقدار وزاوية) الى قيمة مركبة (رقم حقيقى وتخيلى)

A= V cos Ø + J V sin Ø

بالتالى جهد الفازة A =

Va=V cos 0 + J V sin0
Va= V*1+J V*0
Va=V

بالمثل باقى الفازات

$Vb= V \cos Ø + J V \sin Ø$
$Vb=V \cos (-120) + J V \sin(-120)$
$Vb= V *(-1/2) + J V (-\sqrt{3}/2)$

$Vc= V \cos Ø + J V \sin Ø$
$Vc=V \cos (120) + J V \sin(120)$
$Vc= V *(-1/2) + J V (\sqrt{3}/2)$

بالتالى

$V_{ab}=V_a-V_b = V <0 - V <-120$
$V_{ab}= V - V *(-1/2) - J V (-\sqrt{3}/2)$
$V_{ab}= V (1+1/2 + J \sqrt{3}/2)$
$V_{ab}= V (3/2 + J \sqrt{3}/2)$

لاعادة رقم مركب الى الصورة القطبية (مقدار وزاوية) (Z- Ø)

$X= a \cos Ø + J b \sin Ø$
$Z=\sqrt{(a^2 + b^2)}$
$Ø=\tan^{-1}(b/a)$
$X= Z < Ø$

بالتالى

$V_{ab}= V (3/2 + J \sqrt{3}/2)$
$A=3/2=1.5$
$b= \sqrt{3}/2= 0.866$
$Z =\sqrt{((1.5 V)^2 + (0.866 V)^2)}$
$Z = \sqrt{3} * V$
$Ø=\tan^{-1}(b/a) = \tan^{-1} (0.866/1.5) = 30$
$V_{ab}= \sqrt{3} * V <30$

نفس الطريقة لباقى الجهود

$V_{ac}=V_a-V_c$
$V_{ac} = V – (V *(-1/2) + J V (\sqrt{3}/2))$
$V_{ac} = V (1+1/2 – J \sqrt{3}/2)$
$V_{ac} = 1.5V – J 0.866 V$
$Z= \sqrt{(1.5 V)^2 + (0.866 V)^2 }$
$Z= \sqrt{3} * V$
$Ø=\tan^{-1}(b/a)= \tan^{-1}(-0.866/1.5)$
$Ø= -30$
$V_{ac}= \sqrt{3} * V <-30$

$V_{bc}=V_b-V_c$
$V_{bc} = V*(-1/2) + J V (-\sqrt{3}/2) - (V*(-1/2) + J V (\sqrt{3}/2))$
$V_{bc} = V*(-1/2) + J V (-\sqrt{3}/2) + V*(1/2) - J V \sqrt{3}/2$
$V_{bc} = -J V*\sqrt{3}$
$Z = \sqrt{3}* V$
$Ø = -90$
$\mathbf{V_{bc} = \sqrt{3}* V < -90}$

$V_{ca} = V_c-V_a$
$V_{ca} = V*(-1/2) + J V (\sqrt{3}/2) - V$
$V_{ca} = V (-1.5 + J \sqrt{3}/2)$-
$Z = \sqrt{(1.5 V)^2 + (0.866 V)^2}$
$Z = \sqrt{3} * V$
$Ø = \tan^{-1}(b/a) = \tan^{-1}(0.866/1.5)$
$Ø = 30$
بما ان **sin** موجبة وال **cos** سالبة يعنى الزاوية تقع فى الربع الثانى يعنى الزاوية = ١٨٠-٣٠= ١٥٠
$\mathbf{V_{ca} = \sqrt{3} * V < 150}$

$V_{ba}=V_b-V_a$
$V_{ba} = V*(-1/2) + J V (-\sqrt{3}/2) - V$
$V_{ba} = V (-1.5) - J\ 0.866)$
$Z = \sqrt{(1.5 V)^2 + (0.866 V)^2}$
$Z = \sqrt{3} * V$
$Ø = \tan^{-1}(b/a) = \tan^{-1}(-0.866/1.5)$
$Ø = 30$
بما ان ال **sin** سالبة و **cos** سالبة يعنى الزاوية فى الربع الثالث يعنى الزاوية = ١٨٠+٣٠=٢١٠
$\mathbf{V_{ba} = \sqrt{3} * V < 210}$

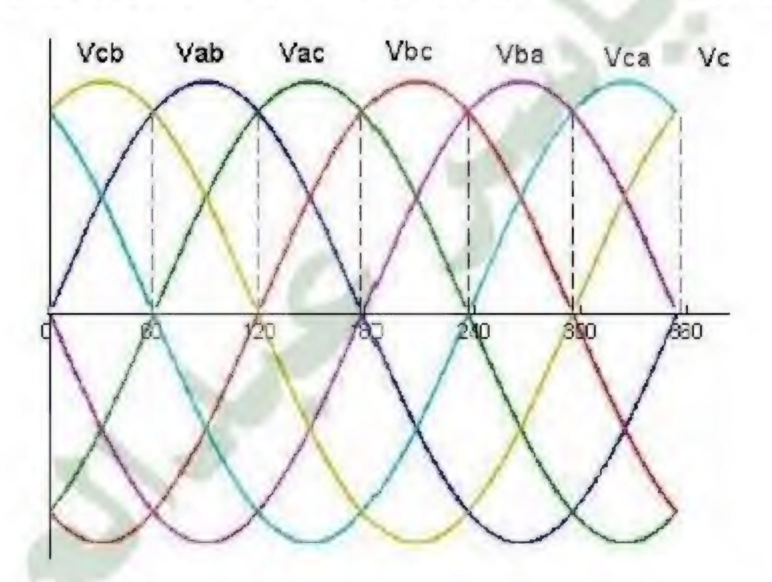
$V_{cb}=V_c-V_b$
$V_{cb} = V*(-1/2) + J V (\sqrt{3}/2) - (V*(-1/2) + J V (-\sqrt{3}/2))$
$V_{cb} = V*(-1/2) + J V (\sqrt{3}/2) + V*(1/2) + J V \sqrt{3}/2$
$V_{cb} = J V*\sqrt{3}$
$Z = \sqrt{3}* V$
$Ø = 90$
$Ø = 90-360 = -270$
$\mathbf{V_{cb} = \sqrt{3}* V < 90 = \sqrt{3}* V < -270}$

ملاحظات

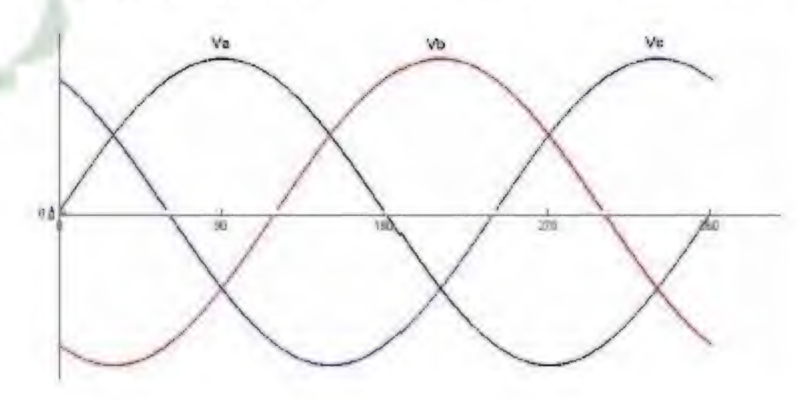
- قيمة فرق الجهد بين فازتين= √3 *فرق الجهد بين فازة ونيوترال ويتقدم او يتاخر بزاوية معينة عن جهد الفازة A
- بالتالى فرق الجهد بين A و B اكبر من جهد Van و Vbn بمقدار √3 ويتقدم بزاوية ٣٠ درجة عن الفازة A

لو رسمنا V_{ab} يمر بالصفر
فان V_{ac} يكون متاخر بزاوية مقدارها -٣٠-٣٠=-٦٠ درجة
فان V_{bc} يكون متاخر بزاوية مقدارها -٩٠-٣٠=-١٢٠ درجة
فان V_{ba} يكون متقدم بزاوية مقدارها ٢١٠-٣٠=١٨٠درجة
فان V_{ca} يكون متقدم بزاوية مقدارها ١٥٠-٣٠=١٢٠ درجة
فان V_{cb} يكون متاخر بزاوية مقدارها -٢٧٠-٣٠=-٣٠٠ درجة

بالتالى الرسمة التالية توضح موجة الجهد بين فازتين (جهد الخط)



الرسمة التالية توضح موجة الجهد بين فازة ونيوترال



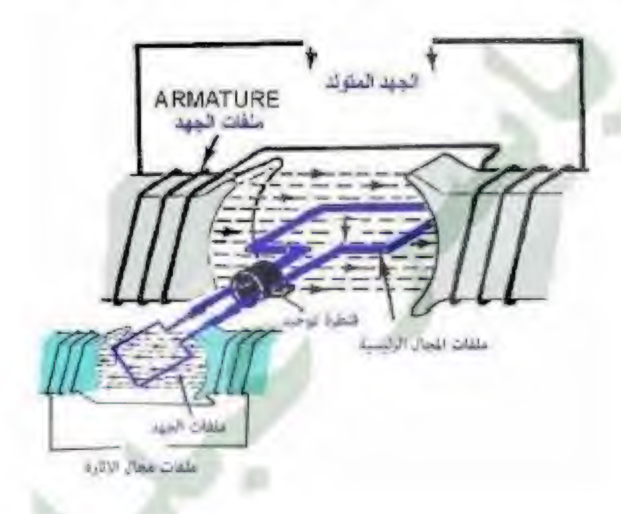
م/ايمن ياسر
ayman.yasser@ymail.com

مولد كهرباء بدون فرش كربونية

كما علمنا ان من الافضل ان تكون ملفات المجال بالعضو الدوار وملفات الجهد بالعضو الثابت ، لكن هل يمكن الاستغناء عن الفرش الكربونية؟
نعم عن طريق استخدام مولد صغير اضافى يسمى مولد الاثارة وهو المسؤل عن تغذية ملفات المجال الرئيسية

مولد الاثارة الاكسيتر

هو مولد ذا قدرة صغيرة مصمم عكس المولد الرئيسى حيث تكون ملفات المجال لهذا المولد بالعضو الثابت وملفات الجهد بالعضو المتحرك
يتم توحيد الجهد بواسطة قنطرة مثبتة على اكس المولد وتدور معه، والجهد المستمر الناتج عن القنطرة يقوم بتغذية ملفات المجال الرئيسية والموجودة بالعضو الدوار ، وبهذه الطريقة تم الاستغناء عن الفرش الكربونية

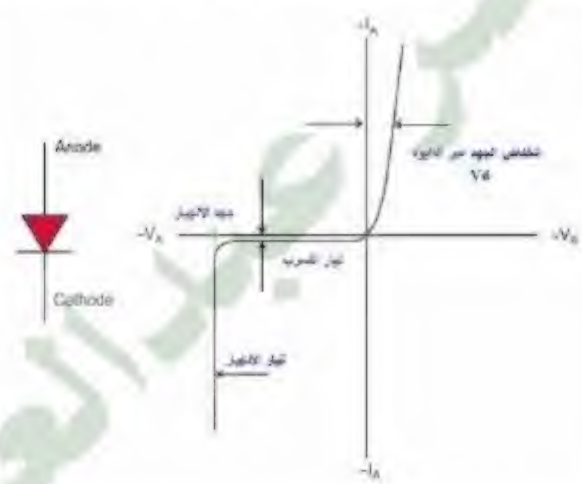


قنطرة التوحيد الدوارة

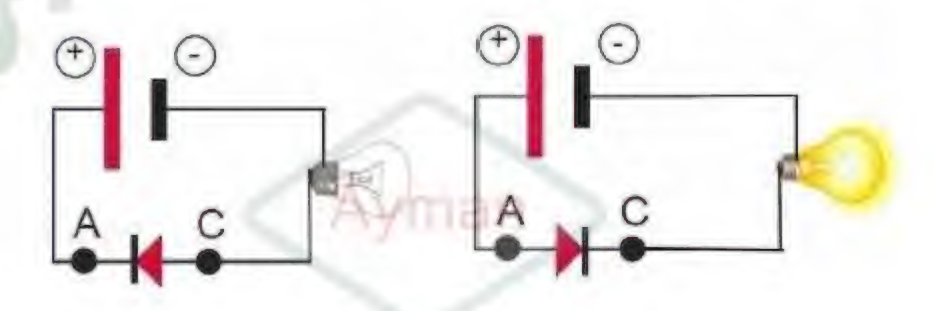
- تقوم بتوحيد خرج مولد الاكسيتر او مولد الاثارة من ٣ فاز متردد الى جهد مستمر وتقوم بتغذية ملفات المجال الرئيسية بالجهد المستمر
- تسمى القنطرة الدوارة لانها تثبت على اكس العضو المتحرك للمولد بالتالى تدور معه!!
- تتكون القنطرة من ٦ دايود موصلين بطريقة معينة

الدايود

- الدايود هو احد مكونات الالكترونات وهو من اشباه الموصلات اى انه تحت شروط معينة يوصل وبدون هذه الشروط لا يوصل
- الدايود له طرفين طرف يسمى انود والطرف الاخر يسمى كاثود
- الدايود مثل السويتش يوصل الدايود لو جهد الانود اكبر من جهد الكاثود ويكون الانخفاض فى الجهد عبر الدايود ٠,٧-١ فولت
- ويفصل الدايود لو جهد الكاثود اكبر من جهد الانود ويمر تيار تسرب بسيط جدا واذا ذا الجهد العكسى لجهد الانهيار ينهار الدايود اى يتلف



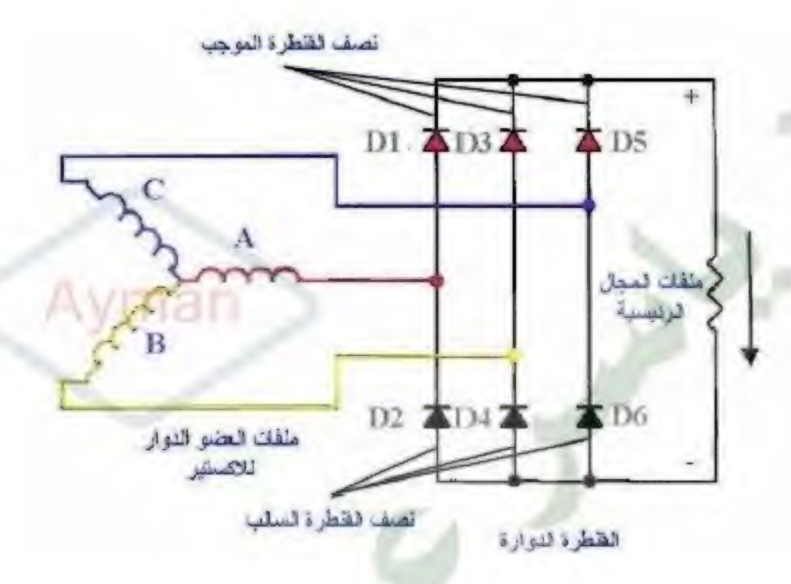
يوصل الدايود لو تم توصيل الانود بالموجب والكاثود بالسالب
يفصل الدايود لو تم توصيل الموجب بالكاثود والسالب بالانود



ayman.yasser@ymail.com
م/ايمن ياسر

القنطرة المستخدمة هى قنطرة توحيد موجة كاملة (اى يوجد اثنين دايود لكل فازة) لان كفاءة قنطرة الموجة الكاملة اكبر من كفاءة قنطرة نصف موجة (اى يوجد دايود واحد لكل فازة)

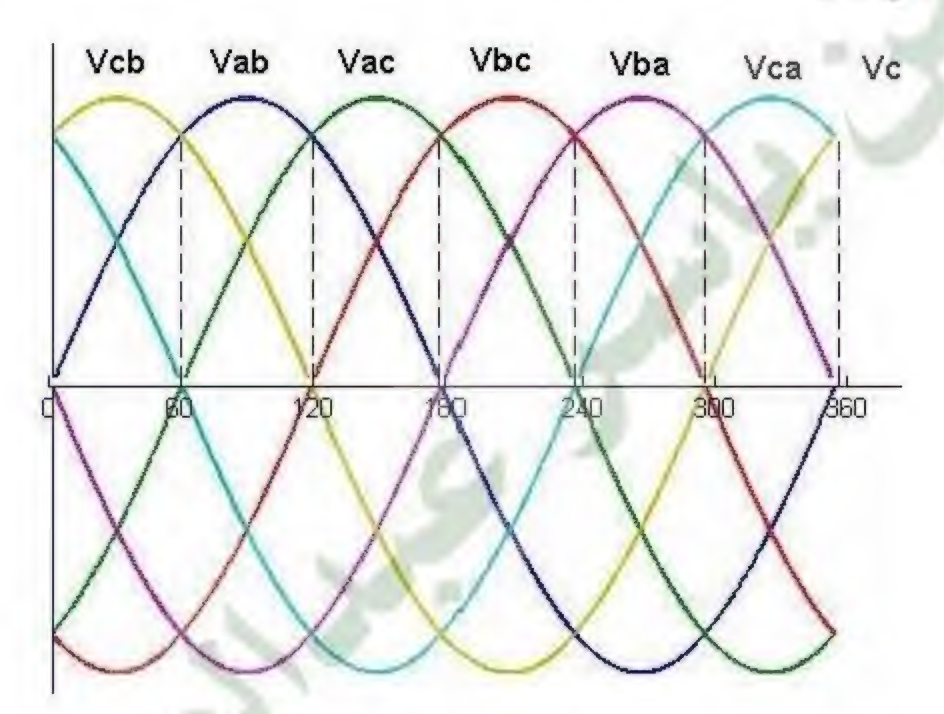
- القنطرة عبارة عن ٦ دايود متوصلين BACK TO BACK بحيث كل اثنين دايود متوصلين عكس بعض بفازة من خرج مولد الاكسيتر



ملاحظات

- يوصل الدايود D1 فى الفترة التى يكون فيها Va اعلى من Vb و Vc
- يوصل الدايود D3 فى الفترة التى يكون فيها Vb اعلى من Va و Vc
- يوصل الدايود D5 فى الفترة التى يكون فيها Vc اعلى من Va و Vb
- يوصل الدايود D2 فى الفترة التى يكون فيها Va اقل من من Vb و Vc
- يوصل الدايود D4 فى الفترة التى يكون فيها Vb اقل من من Va و Vc
- يوصل الدايود D6 فى الفترة التى يكون فيها Vc اقل من من Va و Vb
- يوصل فى اى لحظة ٢ دايود فقط (واحد من النصف الموجب D1-D3-D5 واخر من النصف السالب D2-D4-D6)
- كل دايود يوصل فترة مقدارها ١٢٠ درجة
- الفترة التى يظل بها فرق الجهد بين فازتين اعلى قيمة هى ٦٠ درجة فقط لذا قمنا بدراسة الفترات كل٦٠ درجة

- فى الفترة من ٠-٦٠ فان جهد V_{cb} هو اعلى جهد موجب بين فازتين فى هذه الفترة اى ان جهد الفازة C اكبر جهد موجب وجهد الفازة B هو اكبر جهد سالب بالتالى يوصل الدايود الموجب المتصل بالفازة C اى الدايود D5 ويوصل الدايود السالب المتصل بالفازة B اى الدايود D4
- فى الفترة من ٦٠-١٢٠ فان جهد V_{ab} هو اعلى جهد موجب بين فازتين فى هذه الفترة اى ان جهد الفازة A اكبر جهد موجب وجهد الفازة B هو اكبر جهد سالب بالتالى يوصل الدايود الموجب المتصل بالفازة A اى الدايود D1 ويوصل الدايود السالب المتصل بالفازة B اى الدايود D4



- فى الفترة من ١٢٠-١٨٠ فان جهد V_{ac} هو اعلى جهد موجب بين فازتين فى هذه الفترة اى ان جهد الفازة A اكبر جهد موجب وجهد الفازة c هو اكبر جهد سالب بالتالى يوصل الدايود الموجب المتصل بالغازة A اى الدايود D1 ويوصل الدايود السالب المتصل بالفازة c اى الدايود D6
- وهكذا لباقى الفترة حتى ٣٦٠ درجة


Vcb
Vab
Vac
Vbc
Vba
Vca
Vcb
0
60
120
180
240
300
360
Vdc
خرج القنطرة
Vcb
Vab
Vac
Vbc
Vba
Vca
Vcb
فترات عمل دايود نصف القنطرة الموجب
D5
D1
D3
D5
60
180
300
فترات عمل دايود نصف القنطرة السالب
D4
D6
D2
120
240
360

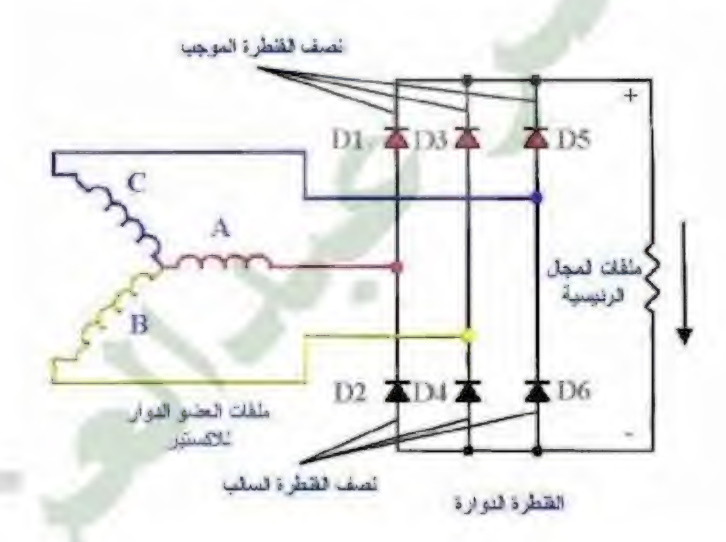
شرح اخر

لكى يوصل اى دايود يجب ان يكون جهد الانود اكبر من جهد الكاثود
وسيكون انخفاض الجهد voltage drob عبر الدايود ٠,٧-١ فولت تقريبا

فى الفترة ٠-٦٠

اعلى جهد هو Vcb بالتالى Vc هو اعلى جهد فازة فى هذه الفترة و Vb هو اقل جهد فى هذه الفترة (حيث ان Vcb=Vc-Vb)

- بما ان Vc هو اكبر جهد فى هذه الفترة اذا الدايود الموجود فى النصف الموجب للقنطرة D5 يكون الانود متصل ب Vc اى متصل باعلى جهد بالتالى سيكون بالتاكيد جهد الانود اكبر من جهد الكاثود ويوصل الدايود وسيكون الجهد على كاثود الدايود D5 هو Vc (لان الانخفاض فى الجهد هو ١ فولت كما اوضحنا وهى قيمة صغيرة جدا مقارنة بجهد الفازة بالتالى نهمل الانخفاض فى الجهد عبر الدايود) بالتالى سيكون جهد الكاثود للدايود D3 و D1 هو Vc وهو اكبر جهد اى سيكون اكبر من جهد الانود لكل دايود بالتالى لن يعمل D1 ولا D3 فى هذه الفترة بالتالى سيعمل فقط D5



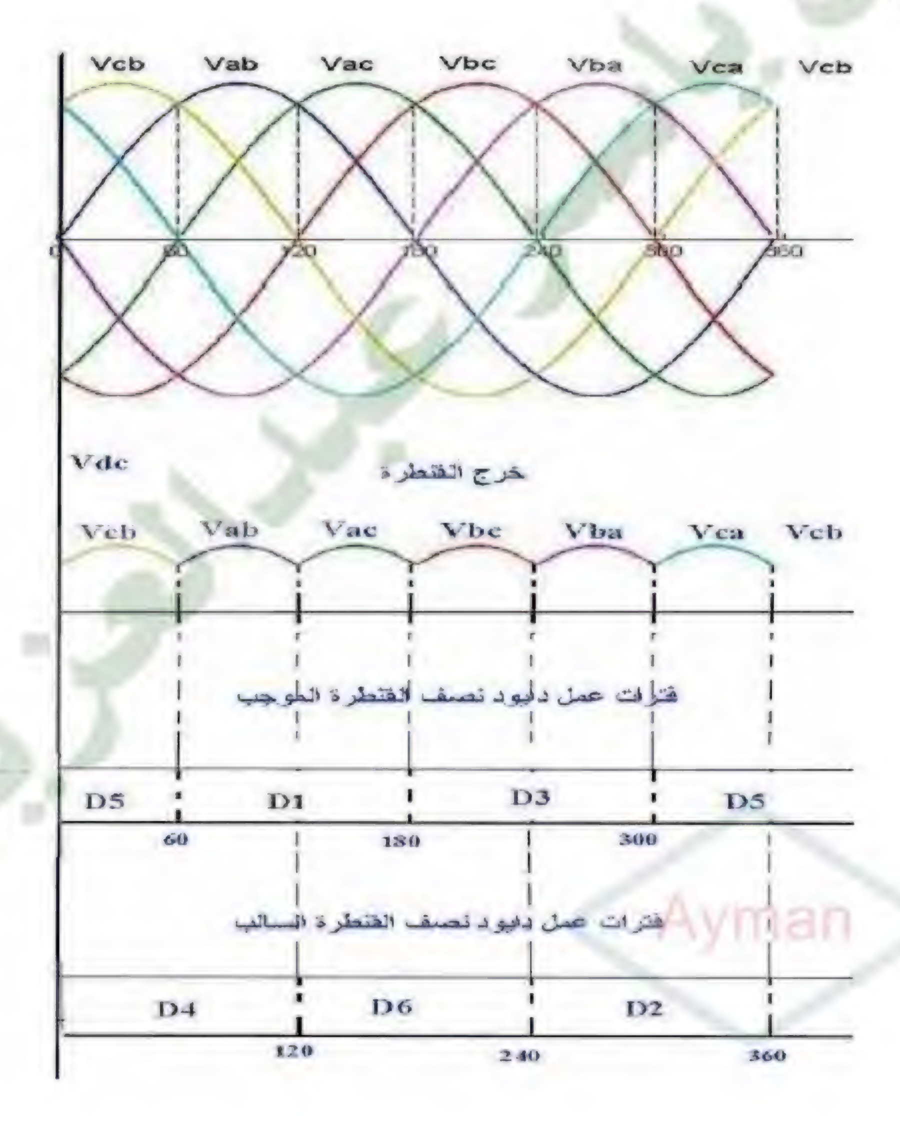
- بما ان Vb هو اقل جهد فى هذه الفترة اذا الدايود الموجود فى النصف السالب للقنطرة D4 يكون الكاثود متصل ب Vb وهو اقل جهد اى ان جهد الانود سيكون بالتاكيد اكبر منه بالتالى يعمل الدايود ويكون جهد الانود له هو Vb (باهمال انخفاض الجهد عبر الدايود) بالتالى يكون جهد الانود للدايود D2 و D6 هو Vb اى اقل جهد بالتالى لن يعمل اى منهم لان جهد الانود اقل جهد اى بالتاكيد اقل من جهد الكاثود

فى الفترة ٦٠-١٢٠

يكون Vab هو اعلى جهد بالتالى يكون Va اعلى جهد و Vb اقل جهد فى هذه الفترة

- يوصل الدايود D1 حيث يكون الانود متصل ب Va وهو اعلى جهد بالتالى يصبح جهد الكاثود للدايود D1 هو Va (باهمال انخفاض الجهد عبر الدايود) بالتالى يصبح جهد الكاثود للدايود D3-D5 هو Va وبما انه اعلى جهد بالتالى لن يعمل اى دايود منهم
- يظل الدايود D2 موصل حيث ان الكاثود متصل ب Vb وهو مازال اقل جهد فى هذه الفترة ايضا بالتالى يكون جهد الانود ل D2 هو Vb (باهمال انخفاض الجهد عبر الدايود) بالتالى جهد الانود للدايود D4-D6 هو Vb وهو اقل جهد ولن يعمل اى دايود منهم ايضا فى هذه الفترة
- وهكذا

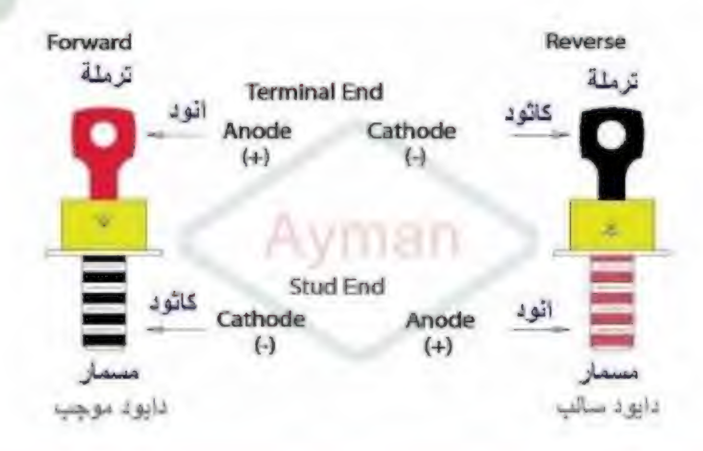
-



صورة لقنطرة توحيد دوارة



- كما اوضحنا بها ستة دايود فى نصفين نصف موجب ونصف سالب وكل نصف به ثلاث دايود
- دخل القنطرة هما ثلاث فازات جهد متردد من ملفات العضو المتحرك للاكسيتر
- خرج القنطرة الموجب والسالب يتصل بملفات المجال الرئيسية للمولد
- فيه اختلاف فى شكل الدايود الموجود فى النصف الموجب والدايود الموجود فى النصف السالب للقنطرة حيث يتصل كل فازة من الجهد المراد توحيده بترملة الانود للدايود بالنصف الموجب وترملة الكاثود للدايود فى النصف السالب
- الدايود الموجود فى النصف الموجب فان الانود ترملة والكاثود قلووظ
- الدايود الموجود فى النصف السالب فان الكاثود ترملة و الانود قلووظ



- تركيب دايود موجب فى النصف السالب او دايود سالب فى النصف الموجب عن طريق الخطا سيؤدى الى حدوث قصر او شورت سيركت مما يتسبب فى احتراق ملفات العضو المتحرك للاكسيتر المغذية للقنطرة
- يجب ربط الدايود جيد جدا للتاكد من التوصيل الكهربى والميكانيكى الجيد ولكن مش زيادة عن اللزوم

الفاريستور

- قد يرتد جهد عالى لحظى من ملفات العضو الثابت للمولد الرئيسى الى ملفات مجال المولد الرئيسى بفعل الحث المتبادل بينهم وبفعل التغير اللحظى للحمل **قد يؤدى** لتلف قنطرة التوحيد الدوارة
- يوجد فاريستور يصل بين خرج القنطرة الموجب والسالب والفاريستور هو مقاومة كبيرة ذات معامل حرارى موجب اى انها مقاومة كبيرة فى الحالات العادية وعند زيادة الجهد لصورة عالية تقل قيمة المقاومة لقيمة صغيرة لتفرغ الجهد العالى - العابر او اللحظى – فى ملفات المجال لتحمى القنطرة من التلف

رمز الفاريستور



صورة للفاريستور



قوانين هامة

TO OBTAIN	Single Phase AC power	Three Phase AC power
kilowatts electrical (kW)	$\frac{Volts \times Amps \times PF}{1000}$	$\frac{Volts \times Amps \times PF \times \sqrt{3}}{1000}$
kilowatts electrical (kW)	$kVA \times PF$	$kVA \times PF$
kilowatts mechanical (kWm)	$\frac{kVA \times PF}{Alternator\ Efficiency}$	$\frac{kVA \times PF}{Alternator\ Efficiency}$
kVA	$\frac{Volts \times Amps}{1000}$	$\frac{Volts \times Amps \times \sqrt{3}}{1000}$
Amps	$\frac{kVA \times 1000}{Volts}$	$\frac{kVA \times 1000}{Volts \times \sqrt{3}}$
Speed (rpm)	$\frac{120 \times Frequency}{\#\ Poles}$	$\frac{120 \times Frequency}{\#\ Poles}$
Reactive Power (kVAr)	$\frac{Volts \times Amps \times \sin\emptyset}{1000}$	$\frac{Volts \times Amps \times \sqrt{3} \times \sin\emptyset}{1000}$
% Voltage regulation (for Steady- Loads, from No-Load to Full-Load)	$\frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$	$\frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$
Horsepower required to drive alternator	$\frac{kW}{0.746 \times Alternator\ Efficiency}$	$\frac{kW}{0.746 \times Alternator\ Efficiency}$
First cycle RMS short circuit current (±10%)	$\frac{Rated\ Amperes}{puX''d}$	$\frac{Rated\ Amperes}{puX''d}$

Desired data	Single-phase	Three-phase	Direct current
Kilovolt-Amps (kVA)	$\frac{\text{Volts x Amps}}{1,000}$	$\frac{\text{Volts x Amps x 1.732}}{1,000}$	
Kilowatts (kW)	kVA x Power Factor (PF)	kVA x Power Factor (PF)	$\frac{\text{Volts x Amps}}{1,000}$
AMPS - When kW are known	$\frac{\text{kW x 1,000}}{\text{Volts x PF}}$	$\frac{\text{kW x 1,000}}{\text{1.732 x Volts x PF}}$	$\frac{\text{kW x 1,000}}{\text{Volts}}$
AMPS - When kVA is known	$\frac{\text{kVA x 1,000}}{\text{Volts}}$	$\frac{\text{kVA x 1,000}}{\text{1.732 x Volts}}$	
AMPS - When Horsepower is known	$\frac{\text{HP x 746}}{\text{Volts x \% Eff. x PF}}$	$\frac{\text{HP x 746}}{\text{1.732 x Volts x \% Eff. x PF}}$	$\frac{\text{HP x 746}}{\text{Volts x \% Eff.}}$
Electric Motor Horsepower Output (HP)	$\frac{\text{Volts x Amps x \% Eff. x PF}}{746}$	$\frac{\text{Volts x Amps x 1.732 x \% Eff. x PF}}{746}$	$\frac{\text{Volts x Amps x \% Eff.}}{746}$

الفصل الثانى
مكونات المولد

المولد يكون دائما تزامنى وليس حتى لسهولة التحكم فى تردد وجهد المولد كلا على حدى
يتم التحكم فى جهد المولد عن طريق التحكم فى جهد ملفات المجال ، ويتم التحكم فى تردد المولد عن طريق التحكم فى سرعة الدوران اى فى الديزل
للاستغناء عن الفرش الكربونية يتم اضافة مولد صغير يسمى مولد الاثارة او التحريض او الاكسيتر ويتكون من ملفات مجال بالعضو الثابت وملفات جهد بالعضو الدوار توحد بواسطة قنطرة وتغذى ملفات المجال الرئيسية وبهذه الطريقة تم الاستغناء عن الكربون او الشربون
احيانا ايضا يتم اضافة مولد اخر صغير يسمى مولد المغناطيس الدائم PMG وهو عبارة عن ملفات جهد بالعضو الثابت وملفات مجال بالعضو المتحرك عبارة عن عدد معين من اقطاب المغناطيس (الطبيعى) تدور مع اكس المولد ويستخدم جهد هذا المولد فى تغذية منظم الجهد وسنشرح لاحقا بالتفصيل اهمية هذا المولد..



العضو الثابت للمولد

يتكون العضو الثابت للمولد من الاطار او الهيكل الحاوى لملفات العضو الثابت للمولد
القلب الحديدى عبارة عن شرائح من الصلب لتقليل التيارات الدوامة فى القلب الحديدى وهو مثبت بحلقتين من الصلب بالاطار ويوجد به فتحات تثبت فيها ملفات العضو الثابت للمولد والمصنوعة من النحاس والمعزولة بمادة عزل مناسبة
ملفات العضو الثابت هى armature winding والتى يتولد عليها الجهد وتتصل بروزتة المولد وقد تكون ٦-١٠-١٢ طرف وستشرح لاحقاً



العضو المتحرك للمولد

القلب الحديدى مصنوع من الصلب ومقسم الى شرائح لتقليل التيارات الدوامية وبه فتحات لتثبيت ملفات المجال الرئيسية للمولد والتى يتم تغذيتها بتيار مستمر من قنطرة التوحيد الدوارة المثبته على اكس المولد والتى توحد جهد مولد الاكسيتر من ثلاث فاز متردد الى مستمر



العضو المتحرك لمولد الاثارة او الاكسيتر ومولد المغناطيس الدائم

بدلا من تغذية ملفات المجال الرئيسـية عبر فرش كربونية تم تثبيت مولد اثارة صغير يسـمى مولد الاكسـيتر على اكس المولد وتم عمل ملفات المجال الخاصة بالمولد الصغير فى العضو الثابت وملفات الجهد فى العضو المتحرك (عكس المولد الرئيسـى حيث ملفات مجال المولد الرئيسـى فى العضو المتحرك وملفات الجهد فى العضو الثابت) وتقوم قنطرة توحيد دوارة بتحويل جهد مولد الاكسيتر الى تيار مسـتمر يغذى ملفات المجال الرئيسـية دون الحاجة لفرش كربونية (لان ملفات مجال المولد الرئيسـى وملفات جهد مولد الاكسـيتر مثبتين على اكس المولد)
يكون العضو الدوار لمولد المغناطيس الدائم عبارة عن عدد من الاقطاب المغناطيسـية (مغناطيس طبيعى) ويكون مثبت على اكس المولد ويدور معه



العضو الثابت لمولد الاثارة ومولد المغناطيس الدائم

العضو الثابت لمولد الاثارة الصغير عبارة عن ملفات مجال مولد الاثارة حيث يتم تغذيتها بجهد مسـتمر عبر منظم الجهد ليتحكم فى مجال مولد الاثارة بالتالى يتحكم فى الجهد المتولد فى ملفات العضو المتحرك لمولد الاثارة والتى توحد بالقنطرة وتغذى ملفات المجال الرئيسـية للمولد مما ينتج عنه التحكم فى جهد المولد الرئيسـى المتولد فى ملفات العضو الثابت للمولد الرئيسـى



العضو الثابت لمولد المغناطيس الدائم PMG عبارة عن ملفات يتولد عليها جهد والذى نستخدمه بتغذية منظم الجهد وفى حالة المولدات التغذية الذاتية يكون مولد ال PMG غير موجود ويتم تغذية منظم الجهد من خرج المولد..

مروحة تبريد المولد

هى المسؤلة عن تبريد المولد واما ان تكون من البلاستيك او الالومونيوم



قنطرة التوحيد الدوارة



- كما اوضحنا بها ستة دايود فى نصفين نصف موجب ونصف سالب وكل نصف به ثلاث دايود
- دخل القنطرة هما ثلاث فازات جهد متردد من ملفات العضو المتحرك للاكسيتر
- خرج القنطرة الموجب والسالب يتصل بملفات المجال الرئيسية للمولد

- فيه اختلاف فى شكل الدايود الموجود فى النصف الموجب والدايود الموجود فى النصف السالب للقنطرة حيث يتصل كل فازة من الجهد المراد توحيده بترملة الانود للدايود بالنصف الموجب وترملة الكاثود للدايود فى النصف السالب
- الدايود الموجود فى النصف الموجب فان الانود ترملة والكاثود قلووظ
- الدايود الموجود فى النصف السالب فان الكاثود ترملة و الانود قلووظ



- كما نلاحظ الدايود الموجب الكابل المتصل به احمر والدايود السالب الكابل المتصل به اسمر
- تركيب دايود موجب فى النصف السالب او دايود سالب فى النصف الموجب عن طريق الخطا سيؤدى الى حدوث قصر او شورت سيركت مما يتسبب فى احتراق ملفات العضو المتحرك للاكسيتر المغذية للقنطرة
- يجب ربط الدايود جيد جدا للتاكد من التوصيل الكهربى والميكانيكى الجيد ولكن مش زيادة عن اللزوم

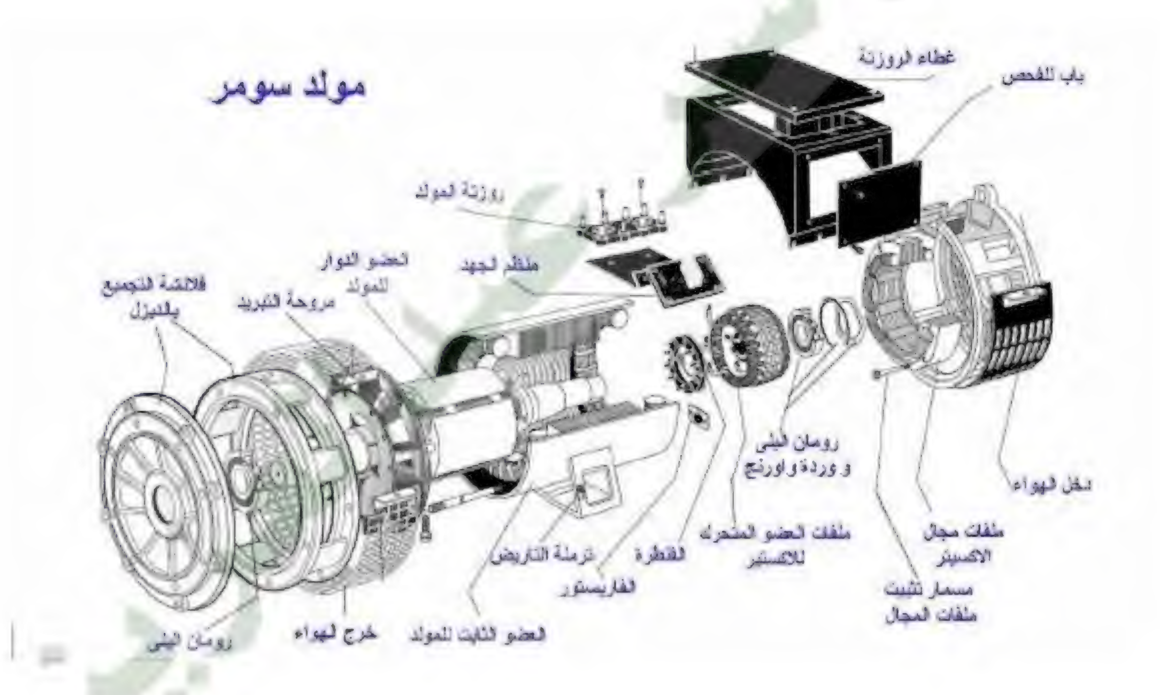




يوجد ايضا فاريستور (باللون الازرق) على خرج القنطرة لحمايتها من الجهد العالى اللحظى او العابر المرتد من ملفات المجال الرئيسية اثناء التغير اللحظى للاحمال..

صور توضح مكونات مولد سومر





صورة اكثر وضوحا لمكونات المولد



صور لمكونات مولد WEG



سخانات المولد

يفضل ان يكون بالمولدات سخانات لمنع التكثيف (بخار الماء الموجود بالرطوبة) فى حالة تشغيلها احتياطية standby حيث تعمل السخانات باستمرار طيلة فترة توقف المولد وتفصل اثناء تشغيل المولد

صورة توضح اماكن تركيب سخانات سيراميك ٥٠ وات فى مولد **GTA**



(السخانات باللون الاخضر بعد تركيبها فى الاماكن المخصصة لها)

صورة توضح اطراف توصيل السخانات



صورة لمكان الاكسيتر



صورة للعضو المتحرك للاكسيتر



صورة لمكان العضو الثابت للاكسـيتر



العضو الثابت للاكسـيتر موصل بالغطاء



صورة للعضو الثابت للاكسـيتر



صورة توضح مولد المغناطيس الدائم PMG



صورة توضح غطاء مولد المغناطيس الدائم



عزل الملفات

تعزل المولدات بصورة عامة ومولدات ستامفورد بصورة خاصة عادة بمادة عزل كلاس H or F

نوع العزل	اقصى درجة حرارة يتحملها
Class F	١٥٥ درجة سليزيوس
Class H	١٨٠ درجة سليزيوس

اقصى زيادة لدرجة حرارة العزل عن درجة حرارة الجو عند ٤٠ درجة سليزيوس= اقصى حرارة يتحملها العزل –٤٠ سليزيوس (درجة حرارة الجو) – ١٠ درجات سليزيوس كعامل امان

نوع العزل	اقصى زيادة لدرجة الحرارة
Class B	٨٠ درجة سليزيوس
Class F	١٠٥ درجة سليزيوس
Class H	١٢٥ درجة سليزيوس

فى المولدات الاحتياطية Standby تسمح بزيادة درجة الحرارة عن القيم السابقة لانها تشتغل فترة صغيرة

مثلا فى المولدات الاحتياطية يسمح للعزل من النوع H زيادة فى الحرارة عن حرارة الجو (٤٠ سليزيوس) مقدارها ١٥٠ درجة سليزيوس (وهى اعلى من اقصى زيادة مسموح بها فى حالة التشغيل المستمر والمذكورة فى الجدول ١٢٥ سليزيوس مما ينتج عنه وصول حرارة العزل الى ١٥٠+٤٠=١٩٠ سليزيوس وهى اعلى من اقصى حرارة يتحملها العزل وهى ١٨٠ سليزيوس لكنه يعول على ان المولد يعمل فترة قصيرة ويتوقف

وهذا هو السبب فى ان قدرة المولد فى حالة استخدمه احتياطى اعلى من قدرته لو استخدم مستمر

اعلى زيادة لحرارة الملفات مسموح بها تختلف حسب كلاس مادة العزل كما اوضحنا وهى فى حالة كلاس H اعلى منها لكلاس F اعلى من كلاس B على الترتيب لذا ستلاحظ لاحقا ان قدرة المولد فى التشغيل المستمر للملفات ذا عزل كلاس H اعلى منها لكلاس F اعلى منها لكلاس B

ضبط قيم الانزار و الفصل لحساس حرارة ملفات المولد

لو فيه حساس حرارة على ملفات المولد يكون عادة من النوع PTC or PT100 ويتم ضبطه كالتالى

- يتم تشغيل المولد بالحمل الكامل عند معامل قدرة ٠,٨ لمدة ٣ ساعات وتسجيل اعلى حرارة للملفات ΔT (اعلى حرارة –حرارة الجو التى تمت فيه التجربة)
- درجة حرارة الانزار لملفات المولد T1= اقصى ارتفاع لحرارة الملفات بالحمل الكامل+٤٠ درجة (اقصى حرارة مسموحة للوسط) +٥ (للامان)

$$T1=\Delta T+(40-T_{ambient})+5$$

- درجة حرارة الفصل T2= درجة حرارة الانزار +١٠

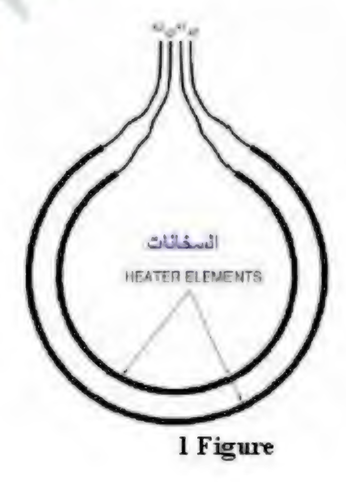
$$T2=T1+10$$

ملاحظات عامة

- درجة حماية المولدات عادة IP23 بالتالى المولدات التى تعمل بخارج المبنى يجب ان يكون لها حاوية
- يوجد اضافات اختيارية للمولد مثل فلتر الهواء وحساس حرارة الملفات وسخانات للملفات
- تركيب فلتر هواء على فتحات تهوية المولد فى حالة التشغيل فى جو به اتربة عالية يقلل من قدرة المولد بنسبة ٥% ويجب ان يزود المولد بحساس حرارة لملفات المولد كحماية للمولد فى حالة سدد فلتر الهواء وارتفاع حرارة الملفات يفصل بسبب حرارة الملفات العالية

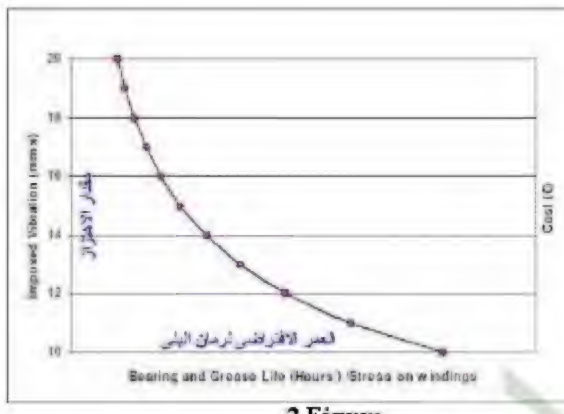


- يفضل ان يكون بالمولدات سخانات لمنع التكثيف فى حالة تشغيلها احتياطية standby



1 Figure

- يقصر العمر الافتراضى لرومان البلى فى حالة زيادة الاهتزازات نتيجة عدم التثبيت الجيد للمولد او عدم اتزانه او تلف فى سوست الربط بقاعدة المولد

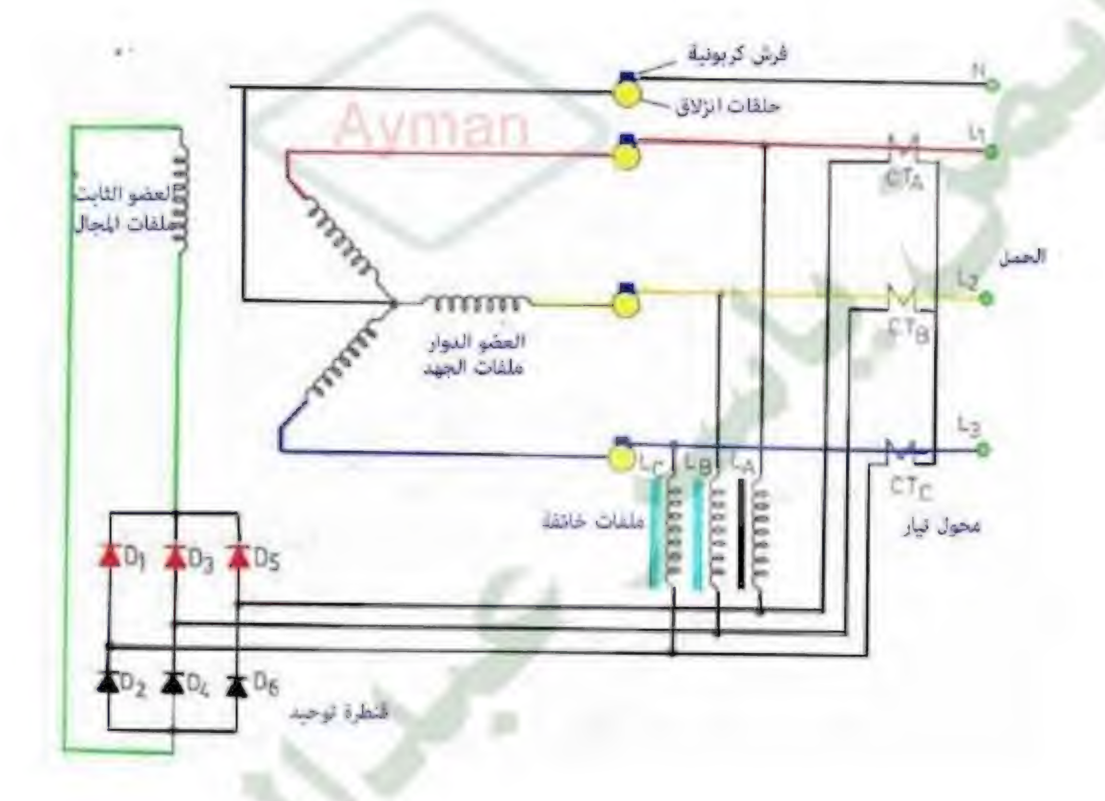


2 Figure

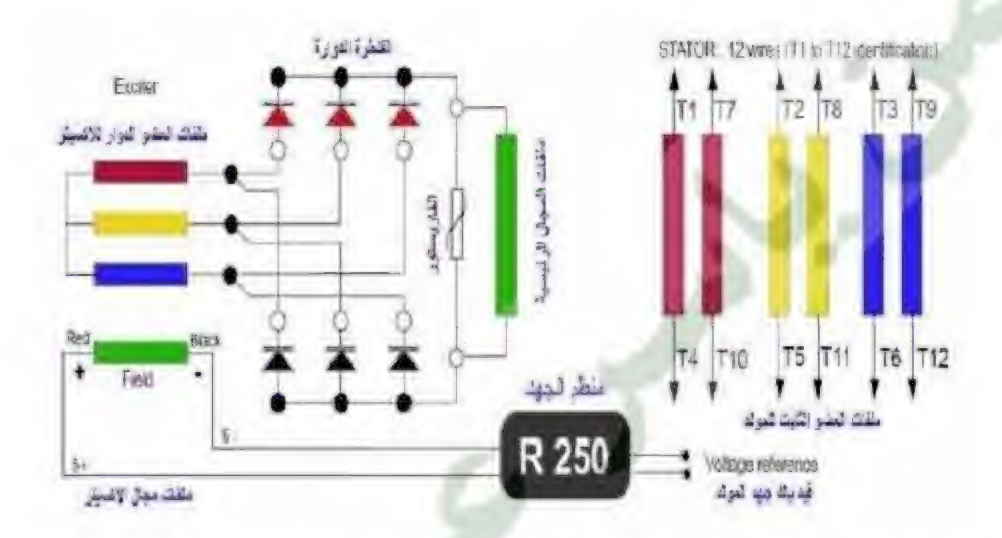
- العمر الافتراضى لرومان البلى تقريبا ٢٠ الف ساعة او ٣ سنوات تشغيل ودرجة حرارة رومان البلى اثناء التشغيل يجب الا تتعدى ٩٠ درجة فوق درجة حرارة الجو
- فى حالة التغير الكبير فى الحمل يرتد جهد فى ملفات المجال قد تتلف القنطرة) قنطرة توحيد خرج الاكسيتر من تيار متردد ثلاثى الاوجه الى تيار مستمر) لذا يوجد فاريستور وهو مقاومة ذات معامل حرارى سالب على اطراف الملفات، المقاومة عند الجهد العالى تصبح صغيرة بالتالى يفرغ التيار فى ملفات المجال ويحمى القنطرة من التلف
- فيد باك منظم الجهد قد يكون فازتين او ثلاث فازات ولكنه لا يكون ابدا فازة واحدة! (الا اذا كان المولد وجه واحد سنجل فاز !!!)
- اذا تم تخزين المولد لاكثر من سنة ينصح بتغيير رمان البلى او تزييته ان كان قابل للتزييت
- اذا تم تخزين المولد لفترة طويلة يجب فحص حالة الملفات قبل التشغيل وتطبيق احدى طرق التجفيف والتى ستشرح لاحقا لاستعادة عزل الملفات
- المولد مصمم للعمل فى درجة حرارة ٤٠ درجة سليزيوس ونسبة رطوبة٦٠ % ومستوى الارتفاع عن سطح البحر اقل من كيلو متر وتعدى ظروف التشغيل هذه القيم يجب تخفيض قدرة المولد كما سنشرح لاحقا
-

الفصل الثالث
نظام تغذية ملفات المجال

- المولدات اقل من ٢٠ ك ف أ يتم تغذية العضو الثابت بتيار مستمر ويتولد على العضو المتحرك كهرباء تتصل بالحمل من خلال الفرش الكربونية ،ويتم تغذية ملفات المجال (فى العضو الثابت) عن طريق محولات تيار توضع على خرج المولد وملفات خانقة ويتم توحيد الجهد عبر قنطرة لتغذية ملفات المجال ويعرف هذا بنظام الاثارة الساكن static excitation



- المولدات اكبر من ٢٠ ك ف أ يكون ملفات التوليد فى العضو الثابت وملفات المجال فى العضو المتحرك ويعرف بـــ brushless generator اى بلا فرش كربونية حيث تجنب استخدام فرش كربونية لتغذية ملفات المجال الموجودة بالعضو المتحرك مباشرة فاضاف مولد اثارة صغير (excitation) ملفات المجال به فى العضو الثابت تغذى من منظم الجهد فيتولد جهد متردد ثلاثى الاوجه فى العضو المتحرك للاكسيتر يوحد بواسطة قنطرة توحيد ثلاثية دوارة تحوله لتيار مستمر لتغذية ملفات المجال للمولد الرئيسى والموجودة بالعضو المتحرك ايضا



يتم التحكم فى جهد خرج المولد عن طريق التحكم فى جهد ملفات المجال

- بزيادة جهد ملفات المجال تزيد قوة المغناطيس الكهربى فيزيد جهد خرج المولد
- بخفض جهد ملفات المجال تنخفض قوة المغناطيس الكهربى فيقل جهد خرج المولد

منظم الجهد AVR

جهاز الكترونى يتحكم فى جهد ملفات المجال بالتالى يتحكم فى جهد خرج المولد، حيث يقوم بقياس جهد خرج المولد والتحكم فى جهد تغذية ملفات المجال لتثبيت جهد المولد ألياً مع تغير الاحمال

تقسم المولدات حسب نظام تغذية ملفات المجال (طريقة تغذية منظم الجهد **AVR** بمعنى ادق)

١. مولد تزامنى بتغذية ذاتية (تغذية منظم الجهد من خرج المولد الرئيسـى) shunt or self excited generator

٢. نظام دعم الاثارة (تغذية منظم الجهد من خرج المولد الرئيسـى فى الحالات العادية وفى حالة انخفاض جهد الخرج يدعم منظم الجهد مولد صغير مصمم للعمل بصورة مؤقتة) EBS exicitation boost sys

٣. مولد تزامنى بتغذية منفصلة
- تغذية منظم الجهد من ملفات منفصلة عن ملفات العضو الثابت الرئيسـية auxillary winding
- تغذية منظم الجهد من مولد المغناطيس الدائم وهو متصل باكس الديزل ومصمم لتغذية منظم الجهد بصورة دائمة PMG

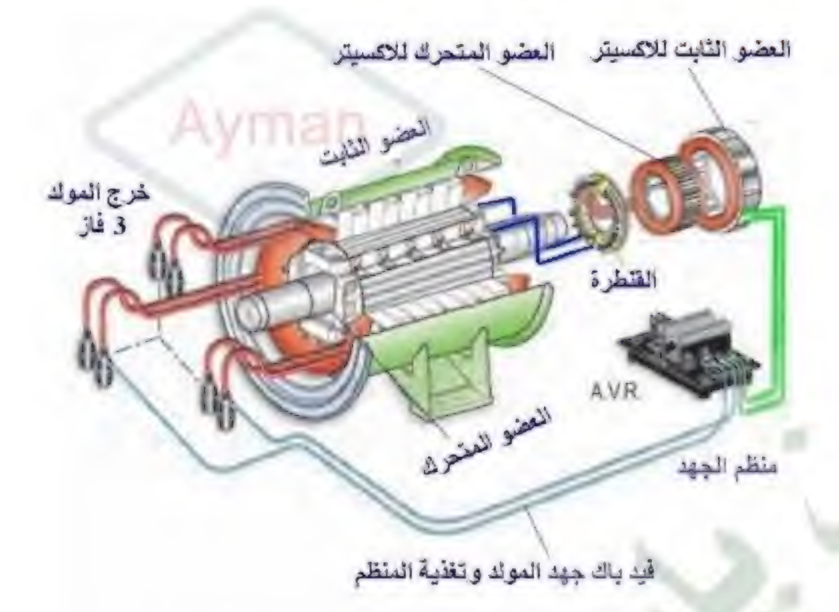


اولا مولد بتغذية ذاتية shunt or self excited generator

تغذية منظم الجهد من خرج المولد
فى بداية التشغيل عند عمل الديزل (لايوجد خرج للمولد) لكن بالمغناطيسية المتبقية الموجودة بشرائح القلب الحديدى للعضو الثابت لمولد الاكسيتر يتولد جهد على ملفات الروتور لمولد الاثارة يوحد بالقنطرة ويغذى ملفات مجال المولد فيتولد جهد فى خرج المولد ١٠-٢٥% من جهده الاسمى وهو كافى لتشغيل منظم الجهد ويقوم ال AVR اى منظم الجهد بتوصيل جهد لملفات مولد الاثارة الصغير ليزيد مجال الاكسيتر بالتالى يزيد مجال المولد وبالتالى يزيد الجهد المتولد وهكذا حتى وصول خرج المولد للقيمة المقننة



صورة اخرى من سومر



- لاحظ ان الخط الاخضر الخارج من منظم الجهد هو جهد مستمر لتغذية ملفات مجال الاكسيتر (ملفات العضو الثابت للاكسيتر)
- لاحظ ان الخط الازرق الخارج من القنطرة هو جهد مستمر لتغذية ملفات مجال المولد الرئيسية (ملفات العضو الدوار للمولد الرئيسى)

ملاحظات

- فى حالة زيادة الحمل اى انخفاض جهد خرج المولد /تردده يكون مطلوب من منظم الجهد زيادة جهد تغذية الاكسيتر على الرغم من ان تغذية منظم الجهد قلت (المنظم يغذى من خرج المولد) مما يحد من قدرة المنظم على الحفاظ على الجهد خصوصا فى حالة بدء المحركات الحثية الكبيرة
- فى حالة حدوث قصر على احد الاحمال الفرعية للمولد، فان تغذية منظم الجهد من خرج المولد يحد من قدرته على الحفاظ على جهد الخرج لزمن كافى لفصل قاطع الحمل المعطوب !
- التوافقيات الناتجة من تشغيل الاحمال الغير خطية ستؤثر ايضا على قدرة منظم الجهد على الحفاظ على الجهد (لان التوافقيات ستسبب عمل بور الكترونك منظم الجهد بصورة خاطئة مما يجعل الجهد غير مستقر)

- الجهد المتبقى فى حدود ٦٠ فولت اى تقريبا ٦,٩% من ٤٠٠ فولت
- قيم استرشادية للجهد المتبقى لو شغلت المولد و تغذية منظم الجهد مفصول المولد يخرج جهد بالمغناطيسية المتبقية مقداره تقريبا
  - ✓ ٦٠ فولت للمولد ذا جهد مقنن ٤٠٠ فولت
  - ✓ ٧٠ فولت للمولد ذا جهد مقنن ٤٨٠ فولت
  - ✓ ٩٠ فولت للمولد ذا جهد مقنن ٦٠٠ فولت
  - ✓ ١٠٠ فولت للمولد ذا جهد مقنن ٦٩٠ فولت
- تفقد المغناطيسية المتبقية فى حالة
  - ✓ تخزين المولد فترة كبيرة
  - ✓ عكس اطراف ملفات المجال بالمنظم
  - ✓ التعرض لصدمة ميكانيكية
  - ✓ التعرض لحرارة زائدة
  - ✓ اعادة لف العضو الثابت للاكسيتر
- بعض منظمات الجهد فيها امكانية لاعادة المغناطيسية المتبقية لمجال الاكسيتر فى حالة فقدها عن طريق سويتش معد لذلك والبعض الاخر لا يوجد فيه هذه الخاصية لذا تفك اطراف ملفات المجال من المنظم وتوصل ببطارية بجهد معين ولزمن قصير ١-٣ ثوانى على الاكثر مع مراعاة قطبية الملفات ثم يعاد توصيل الملفات بمنظم الجهد تبعا لقطبية الملفات كما سنشرح بالتفصيل لاحقا
- نظام الاثارة هذا لايستطيع تثبيت الجهد فى حالة القصر او حالات الحمل الزائد الكبير

ثانيا مولد بنظام دعم الاثارة EBS exicitation boost sys

هو مولد بتغذية ذاتية حيث يغذى منظم الجهد من خرج المولد الرئيسى تم اضافة مولد صغير يعمل بصورة مؤقتة يسمى مولد دعم الاثارة EBG او excitation boost generator وكارتة تسمى موديول دعم الاثارة EBC او excitation boost controller
دخل او تغذية منظم الجهد من خرج المولد الرئيسى
دخل او تغذية كارتة دعم الاثارة من مولد دعم الاثارة الصغير EBG
خرج منظم الجهد وخرج كارتة دعم الاثارة موصلان بملفات مجال الاكسيتر فى حالة انخفاض جهد تغذية منظم الجهد (لانخفاض خرج المولد الرئيسى لحدوث قصر فى احد الاحمال او لبدء المحركات..) يقوم منظم الجهد باعطاء اشارة لكارتة دعم المجال EBC فتقوم بتغذية ملفات مجال الاكسيتر لدعم جهد المولد بصورة مؤقتة (حتى فصل سكينة الحمل المعطوب او حتى بدء المحرك الحثى...) فمولد دعم المجال غير مصمم للعمل بصورة دائمة



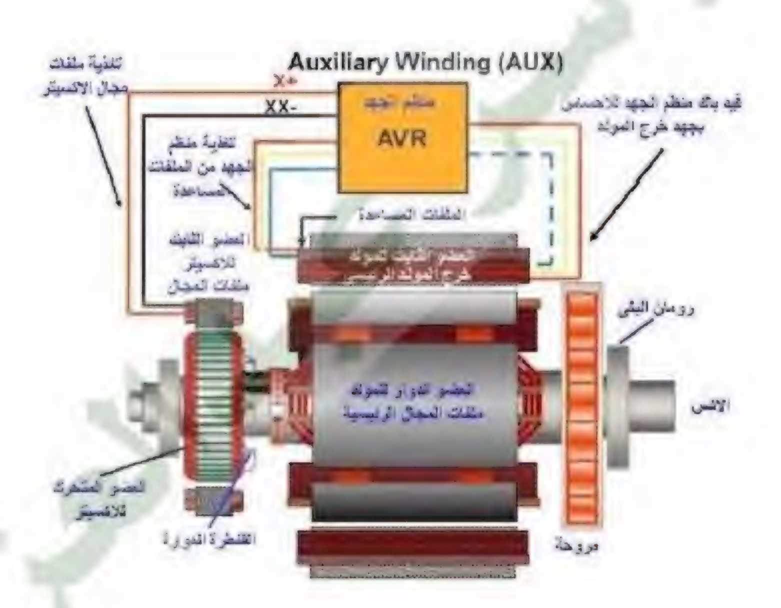
اثناء بدء المولد يغذى ملفات مجال الاكسيتر منظم الجهد فقط بالتالى بناء الجهد يعتمد على المغناطيسية المتبقية الموجودة بالقلب الحديدى للعضو الثابت للاكسيتر

طريقة فعالة للتغلب على عيوب مولد التغذية الذاتية بتكلفة منخفضة نسبيا مقارنة بانظمة التغذية المنفصلة للمولد

ثالثا مولد بتغذية منفصلة

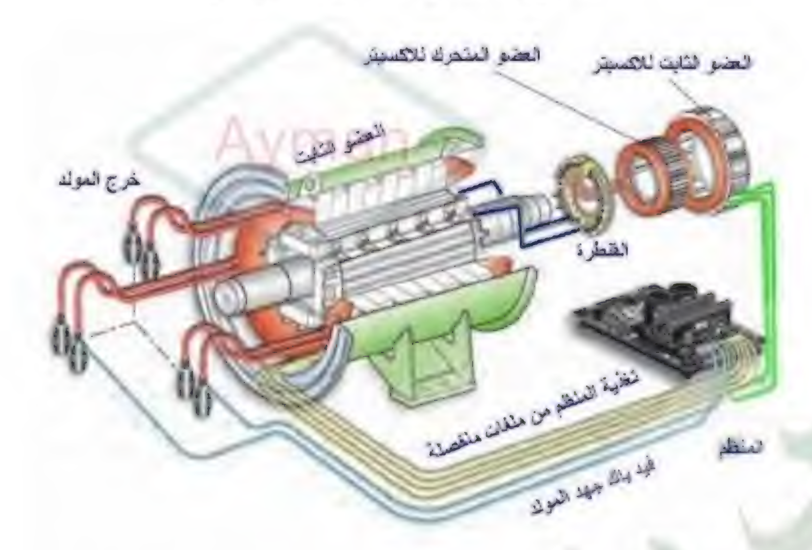
١- مولد بتغذية منفصلة من ملفات مساعدة Auxilary winding

تغذية منظم الجهد من ملفات مساعدة موضوعة بجانب الملفات الرئيسية للعضو الثابت مما يعطى له القدرة على تثبيت الجهد بصورة افضل مما لو تم تغذية منظم الجهد من الملفات الرئيسية للمولد وذلك فى حالة
الاحمال الغير خطية وفى حالة التوافقيات حيث ان تغذية منظم الجهد من ملفات منفصلة
الملفات المساعدة هى عبارة عن ثلاث ملفات بجانب الملفات الرئيسية ويتم توصيل الثلاث ملفات توالى للحصول على فازة واحدة تقوم بتغذية منظم الجهد
هذه الطريقة رخيصة لعدم الحاجة لاضافة مولد صغير او موديول اضافى كما انها تجعل طول المولد اقصر (لعدم تركيب مولد PMG او EBG)
هذه الطريقة تعتبر الاقدم وقليل هى المولدات التى تعمل بهذه الطريقة الان



اثناء بدء المولد بناء الجهد يعتمد على المغناطيسية المتبقية الموجودة بالقلب الحديدى للعضو الثابت للاكسيتر

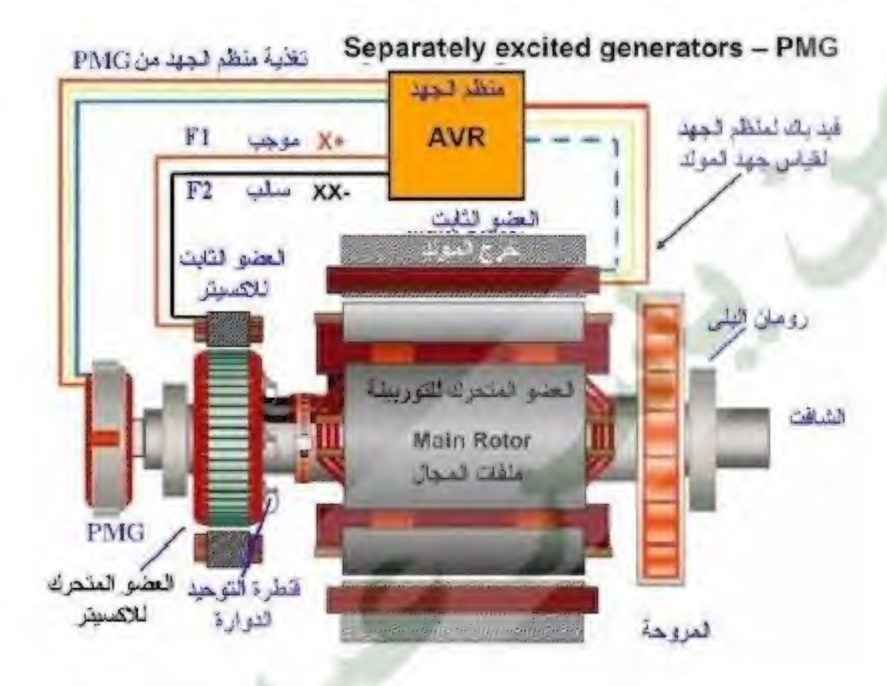
صورة اخرى من سومر



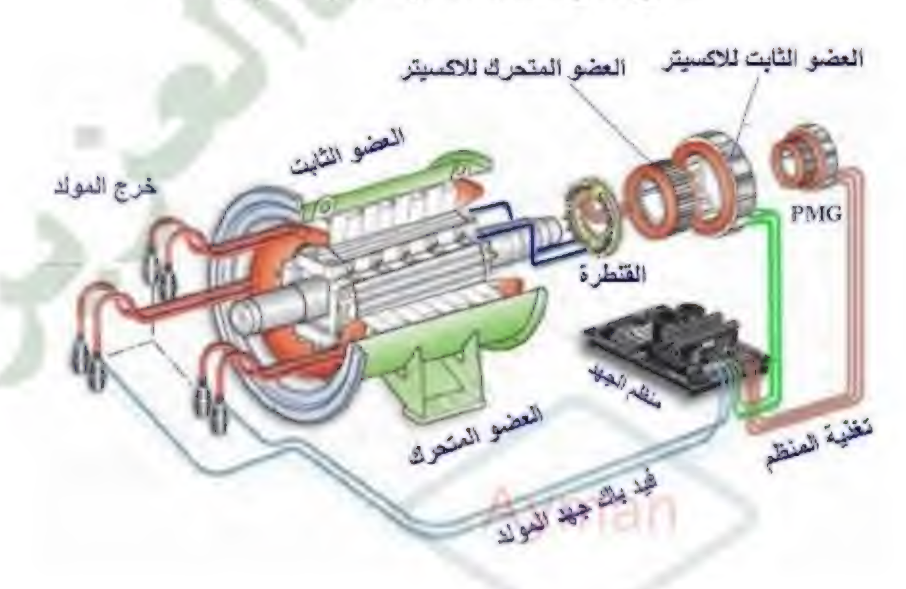
- لاحظ ان الخط الاخضر الخارج من منظم الجهد هو جهد مستمر لتغذية ملفات مجال الاكسيتر (ملفات العضو الثابت للاكسيتر)
- لاحظ ان الخط الازرق الخارج من القنطرة هو جهد مستمر لتغذية ملفات مجال المولد الرئيسية (ملفات العضو الدوار للمولد الرئيسى)

٢- مولد بتغذية منفصلة من مولد مغناطيس الدائم PMG

تغذية منظم الجهد من مولد مغناطيس دائم PMG
ملفات المجال للاكسيتر لاتعتمد على المغناطيسية المتبقية ولكن عند دوران اكس المولد يوجد مولد تزامنى بمغناطيس دائم PMG مركب على الاكس يولد جهد يغذى دائرة منظم الجهد والتى بدورها تغذى مجال الاكسيتر والذى يغذى ملفات مجال المولد الرئيسى......



صورة توضيحية أخرى من سومر

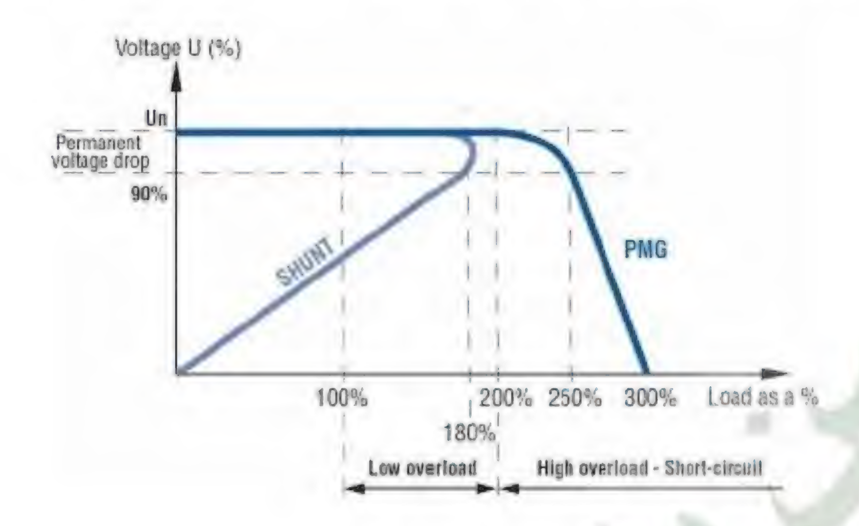


- لاحظ ان الخط الاخضر الخارج من منظم الجهد هو جهد مستمر لتغذية ملفات مجال الاكسيتر (ملفات العضو الثابت للاكسيتر)
- لاحظ ان الخط الازرق الخارج من القنطرة هو جهد مستمر لتغذية ملفات مجال المولد الرئيسية (ملفات العضو الدوار للمولد الرئيسى)

ملاحظات

- يبنى المولد الرئيسى الجهد بسهولة وسرعة لان منظم الجهد لايعتمد على المغناطيسية المتبقية فى الاكسيتر ولكن له تغذية منفصلة من مولد PMG
- هذا النوع هو الافضل للتغلب على انخفاض الجهد فى اسرع وقت فى حالة بدء المحركات الحثية، كما انه الافضل فى حالة تغذية المولد باحمال غير خطية
- يستطيع التعامل مع حالات التحميل الزائد كما يستطيع التعامل مع قصر مقداره ثلاث امثال تيار المولد لمدة ١٠ ثوانى (والعهدة على سومر)
- فيه مكثف توازى مع مولد المغناطيس الدائم (PMG)...
- تردد مولد المغناطيس الدائم فى حدود ٢٠٠ هرتز تقريبا وبما انه يغذى منظم الجهد يبقى لازم جهد وتردد تغذية منظم الجهد نفس جهد وتردد خرج مولد المغناطيس الدائم لان فيه منظمات جهد بتعمل على ٢٢٠ فولت ٥٠ هرتز بالتالى مش ينفع نوصلها
- قيم اسرتشادية لخرج مولد المغناطيس الدائم PMG
  - ✓ ١٧٠-١٨٠ فولت بتردد ١٠٠ هرتز (فى حالة تردد ٥٠ هرتز للمولد الرئيسى)
  - ✓ ٢٠٠-٢١٦ فولت بتردد ١٢٠ هرتز (فى حالة تردد ٦٠ هرتز للمولد الرئيسى)

تاثير الحمل الزائد والقصر على انظمة الاثارة المختلفة



اختيار نظام الاثارة المناسب

Excitation system selection chart

	SHUNT	AREP	SHUNT + PMG
Motor starting capacity	Basic	High	High
Short-circuit capability	No	300%/10 s	300%/10 s
Susceptibility to non-linear loads	Maximum	Minimum	Minimum
Number of components	Minimum	Minimum	Maximum
Possibility of conversion	Yes (PMG)	Yes (PMG)	Yes (Shunt)
Alternator length	Minimum	Minimum	Maximum
Price	€	€€	€€€
Stator design	Standard	Special	Standard
Voltage build-up	Residual magnetism (remanent)	Residual magnetism (remanent)	Permanent magnets
Applications	Basic backup Telecom	Marine, industry, construction, hospitals, banks, standard production	Marine, industry, construction, hospitals, banks, standard production
Lifetime	Optimal	Optimal	Reduced: an additional turning part

الفصل الرابع
طرق توصيل المولد

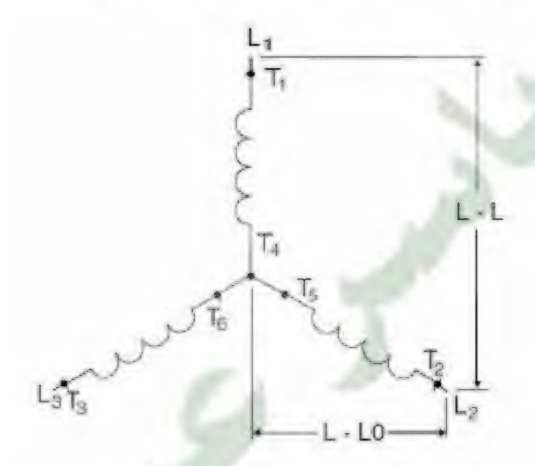
عدد اطراف خرج المولد قد يكون

a. ٦ طرف
b. ١٢ اطراف
c. ١٠ اطراف

لو مولد ٦ طرف

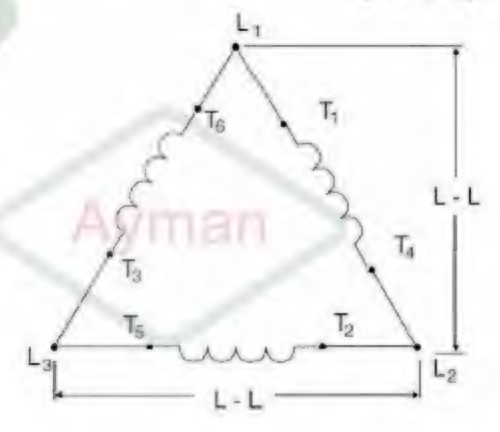
ده معناه ٣ ملفات (كل ملف طرفين) يوصلو ستار (حتى نحصل على المحايد او النيوترال) او يوصلو دلتا

توصيل بدايات او نهايات الملفات معا لتكوين ستار



توصل بداية ملف مع نهاية الملف الاخر لنحصل على دلتا

جهد دلتا اقل من جهد ستار بمقدار جذر ٣ (والامبير اعلى من امبير ستار بمقدار جذر ٣ لان القدرة ثابتة)



لو مولد ١٢ طرف

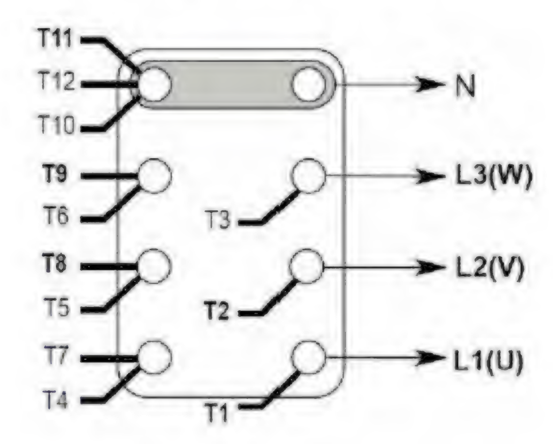
ده معناه ٦ ملفات (كل ملف طرفين)
كل مازاد عدد اللفات زاد الجهد وكل مانقص عدد اللفات قل الجهد
كل مازاد مساحة المقطع زاد الامبير كل ما قل مساحة المقطع اقل الامبير

- لو تم توصيل كل ملفين توالى ده الجهد المصمم عليه المولد (الجهد المقنن) والتيار هو التيار المقنن (ويذكر فى يافظة المولد طريقة التوصيل LS or long star او ستار طويلة)
- لو تم توصيل كل ملفين توازى ده معناه التيار زاد للضعف (لان مساحة المقطع زادت للضعف) والجهد قل للنصف (لان الملفات قلت للنصف)
- تقدر توصله ستار او دلتا

ستار طويلة (الملفات توالى)
يتم توصيل ملفى كل فازة توالى وده اللى مصمم عليها المولد ويدى فرق جهد وتيار مقنن للمولد ،يعنى فرق الجهد بين فازتين ٣٨٠ فولت وبين فازة ونيوترال ٢٢٠ فولت

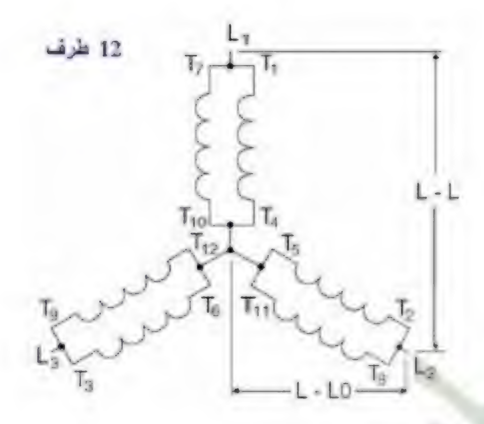


طريقة توصيل الروزتة

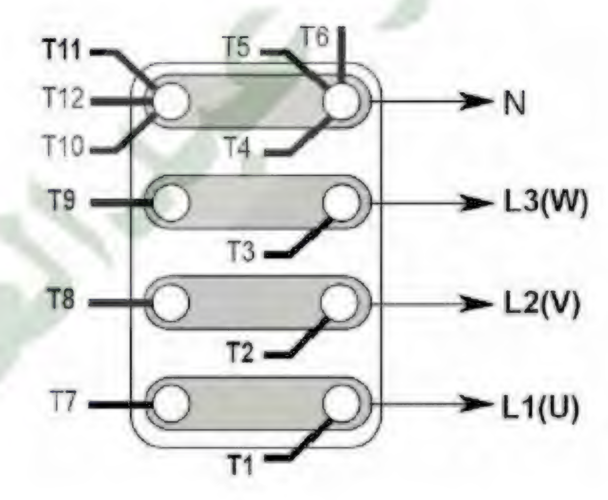


ستار قصيرة (الملفات توازى)

يتم توصيل ملفى كل فازة توازى بالتالى الجهد يقل للنص والامبير يزيد للضعف عنه فى حالة توصيله ستار طويلة

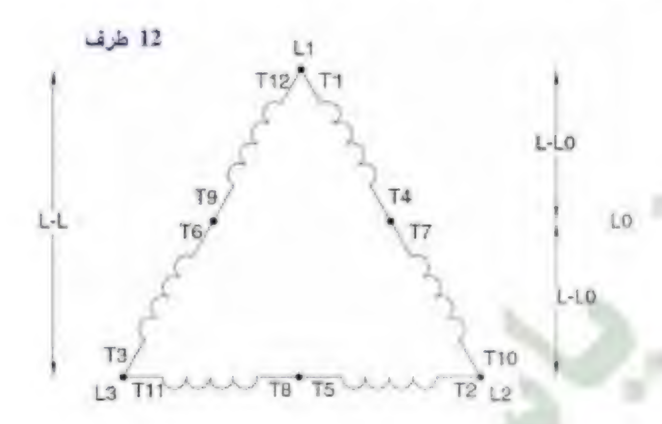


طريقة توصيل الروزتة

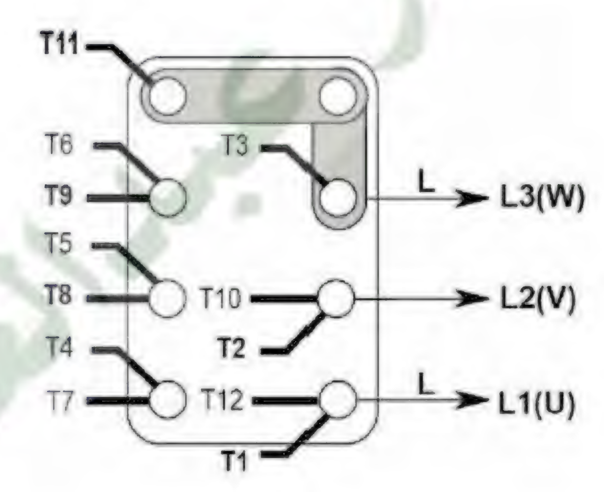


دلتا طويلة (الملفات توالى)

يتم توصيل ملفى كل فازة توالى ثم توصيل الثلاث ملفات النهائية دلتا
فرق الجهد بين فازتين ٢٢٠ فولت وبين فازة والتاب ١١٠ فولت
الجهد اقل من جهد ستار طويلة بمقدار جذر ٣
الامبير اعلى من امبير ستار طويلة بمقدار جذر ٣

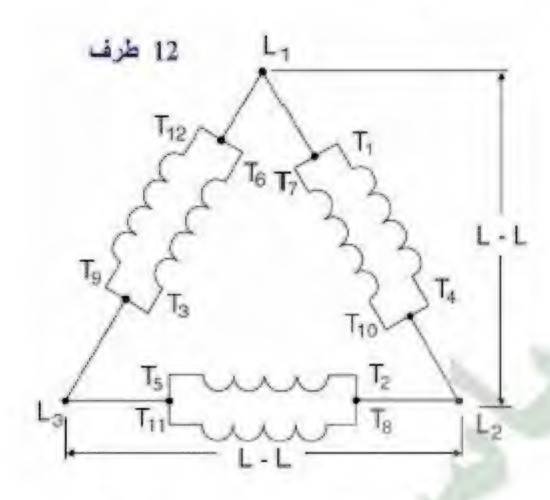


طريقة توصيل الروزتة

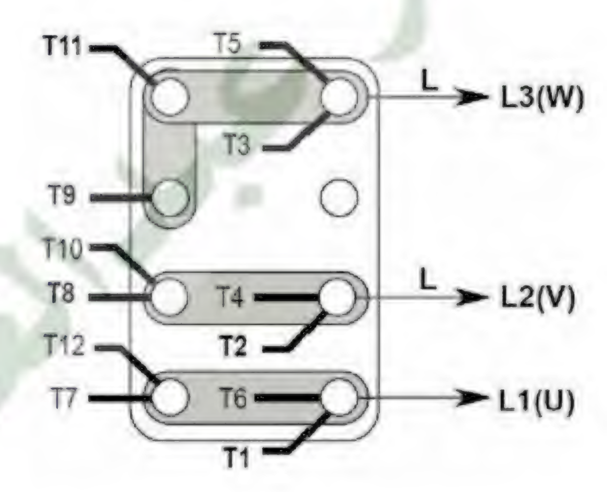


دلتا قصيرة (الملفات توازى)

يتم توصيل ملفى كل فازة توازى وتوصيل الثلاث ملفات النهائية دلتا الجهد يقل للنص والامبير يزيد للضعف عنه فى حالة توصيله دلتا طويلة فرق الجهد بين فازتين ١١٠ فولت



طريقة توصيل الروزتة



لو مولد ١٠ طرف

يوصل ستار فقط
ده معناه ٣ ملفات موصلة داخليا ستار وخارج ٣ اطراف وطرف التعادل
و٦ اطراف خاصين ب ٣ ملفات (كل ملف طرفين)
يتم توصيل ال ٣ ملفات مع الستار توالى او توازى

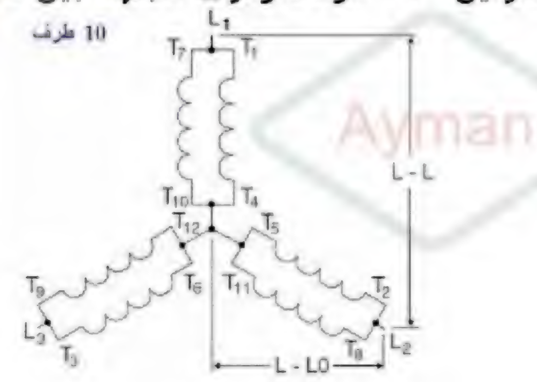
ستار طويلة (توالى)

لو توالى نفس التيار والجهد دون زيادة او نقص (ده المصمم عليه القدرة)
يعنى فرق الجهد بين فازتين هو ٣٨٠ فولت
فرق الجهد بين فاز ونيوترال هو ٢٢٠ فولت



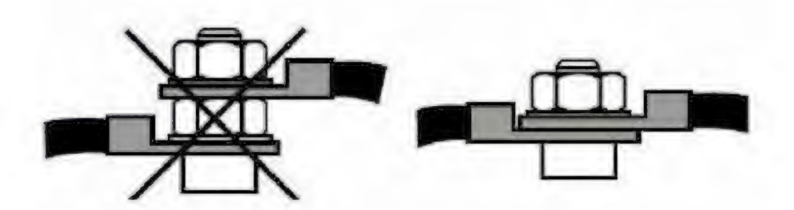
ستار قصيرة (توازى)

لو توازى يزيد التيار الى الضعف (لزيادة مساحة المقطع للضعف) ويقل الجهد للنصف (لانخفاض عدد اللفات للنصف)
فرق الجهد بين فازتين ١٩٠ فولت وفرق الجهد بين فاز ونيوترال ١١٠ فوت

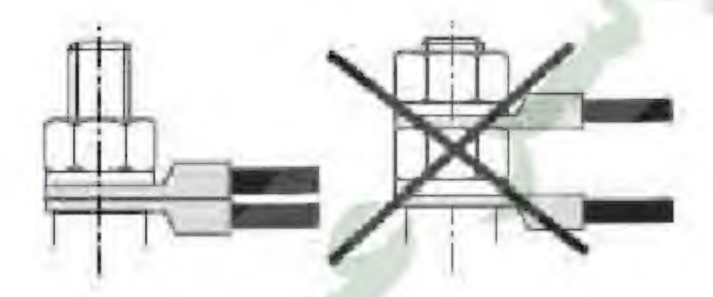


ملاحظة

الصور التالية تبين الطريقة الصحيحة لتوصيل كابلين معا فى نفس المسمار



صورة اخرى



كود الملفات

يتم وضع رقم للملفات فى يافطة المولد من خلاله تعرف عدد اطراف المولد وطرق التوصيل المختلفة والجهود لكل طريقة توصيل

كود الملفات وطريقة التوصيل لمولد ستامفورد ٥٠ هرتز

كود الملفات	عدد اطراف المولد	ستار طويلة	ستار قصيرة	دلتا طويلة	ستار	دلتا	دلتا مزدوجة Single phase	دلتا توازى Single phase	توالى Single phase	توازى Single phase
٥	٤								٢٢٠-٢٤٠	١١٠-٢٢٠
٢٥	١٢	٦٦٠-٦٩٠	٣٣٠-٣٤٥	٣٨٠-٤٠٠						
٢٦	٦				٦٦٠-٦٩٠	٣٨٠-٤٠٠				
٣١١	١٢	٣٨٠-٤٤٠	١٩٠-٢٢٠	٢٢٠-٢٥٤			٢٢٠-٢٤٠	١١٠-٢٢٠		
٣١٢	٦				٣٨٠-٤٤٠	٢٢٠-٢٥٤				
٥١	٦				٣٣٠٠					
٦١	٦				٦٣٠٠-٦٦٠٠					
٧١	٦				٦٠٠٠					
٨١	٦				١٠٠٠٠					
٨٣	٦				١٠٥٠٠ - ١١٠٠٠					

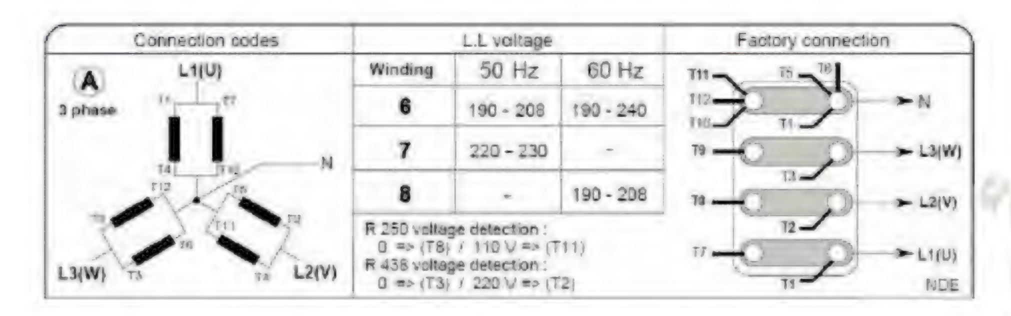
لاحظ ان جهد الملفات فى حالة ستار قصيرة=نصف جهد الملفات فى حالة ستار طويلة
لاحظ ان جهد الملفات فى حالة دلتا قصيرة=نصف جهد الملفات فى حالة دلتا طويلة
لاحظ ان جهد الملفات فى حالة دلتا طويلة=جهد الملفات فى حالة ستار طويلة / جذر ٣
لاحظ ان جهد الملفات فى حالة دلتا قصيرة=جهد الملفات فى حالة ستار قصيرة / جذر ٣

كود الملفات وطريقة التوصيل لمولد ستامفورد ٦٠ هرتز

كود الملفات	عدد اطراف المولد	ستار طويلة	ستار قصيرة	دلتا طويلة	ستار	دلتا	دلتا مزدوجة Single phase	دلتا توازى Single phase	توالى Single phase	توازى Single phase
٦	٤								-٢٢٠ ٢٤٠	-١١٠ ٢٢٠
٧	٦				٦٠٠	٣٤٦				
١٢	٦				-٣٨٠ ٤١٦	-٢٢٠ ٢٤٠				
١٤	١٢	-٣٨٠ ٤١٦	-١٩٠ ٢٠٨	-٢٢٠ ٢٤٠						
١٧	١٢	٦٠٠	٣٠٠	٣٤٦						
٢٧	١٢	-٦٦٠ ٦٩٠	-٣٣٠ ٣٤٥	-٣٨٠ ٤٠٠						
٢٨	٦				-٦٦٠ ٦٩٠	-٣٨٠ ٤٠٠				
٣١١	١٢	-٤١٦ ٤٨٠	-٢٠٨ ٢٤٠	-٢٤٠ ٢٧٧			-٢٢٠ ٢٤٠	-١١٠ ١٢٠		
٣١٢	٦				-٤١٦ ٤٨٠	-٢٤٠ ٢٧٧				
٥١	٦				٤١٦٠					
٧١	٦				٧٢٠٠					
٨١	٦				١١٤٠٠					
٨٧	٦				١٢٤٧٠					
٩١	٦				١٢٤٧٠ - ١٣٨٠٠					

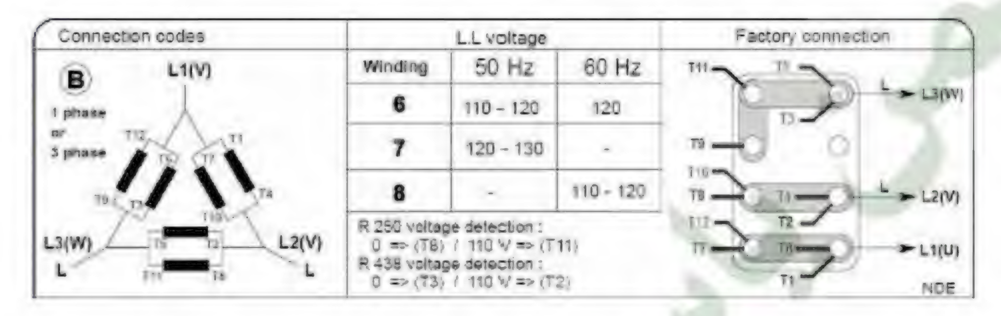
لاحظ ان جهد الملفات فى حالة ستار قصيرة=نصف جهد الملفات فى حالة ستار طويلة
لاحظ ان جهد الملفات فى حالة دلتا قصيرة=نصف جهد الملفات فى حالة دلتا طويلة
لاحظ ان جهد الملفات فى حالة دلتا طويلة=جهد الملفات فى حالة ستار طويلة / جذر ٣
لاحظ ان جهد الملفات فى حالة دلتا قصيرة=جهد الملفات فى حالة ستار قصيرة / جذر ٣

كود الملفات وطريقة التوصيل لمولد سومر



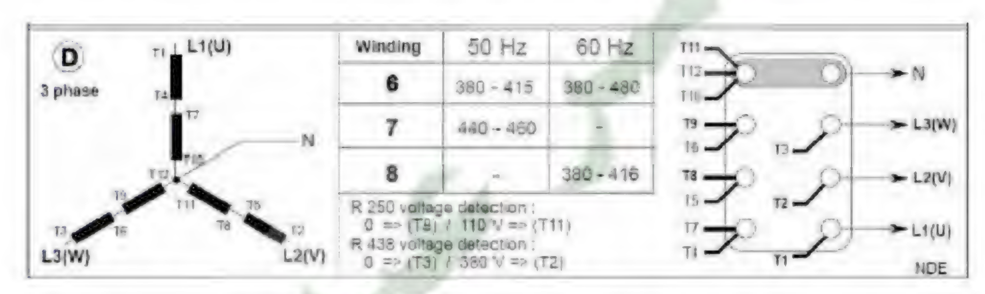
L.L voltage		
Winding	50 Hz	60 Hz
6	190 - 208	190 - 240
7	220 - 230	-
8	-	190 - 208

R 250 voltage detection :
0 => (T8) / 110 V => (T11)
R 438 voltage detection :
0 => (T3) / 220 V => (T2)



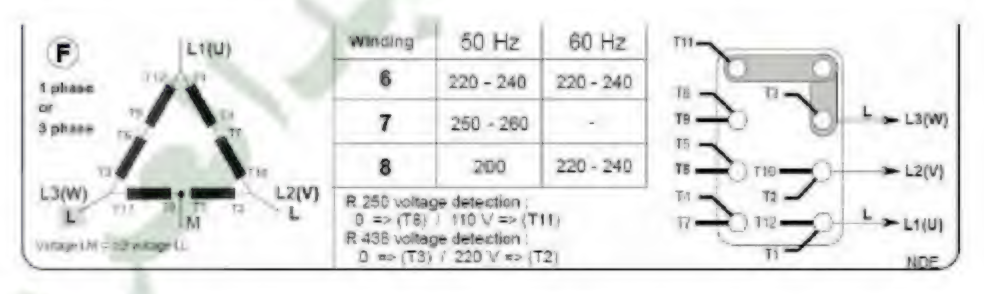
L.L voltage		
Winding	50 Hz	60 Hz
6	110 - 120	120
7	120 - 130	-
8	-	110 - 120

R 250 voltage detection :
0 => (T8) / 110 V => (T11)
R 438 voltage detection :
0 => (T3) / 110 V => (T2)



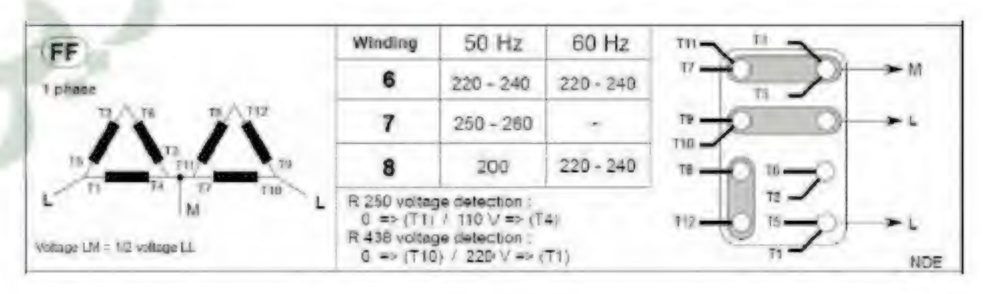
Winding	50 Hz	60 Hz
6	380 - 415	380 - 480
7	440 - 460	-
8	-	380 - 416

R 250 voltage detection :
0 => (T8) / 110 V => (T11)
R 438 voltage detection :
0 => (T3) / 380 V => (T2)



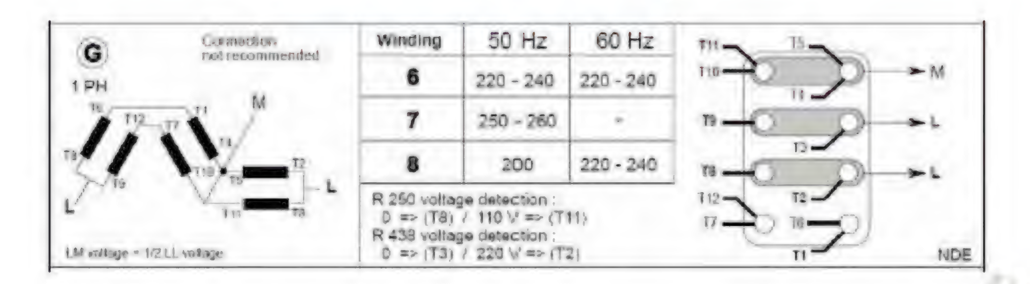
Winding	50 Hz	60 Hz
6	220 - 240	220 - 240
7	250 - 260	-
8	200	220 - 240

R 250 voltage detection :
0 => (T8) / 110 V => (T11)
R 438 voltage detection :
0 => (T3) / 220 V => (T2)



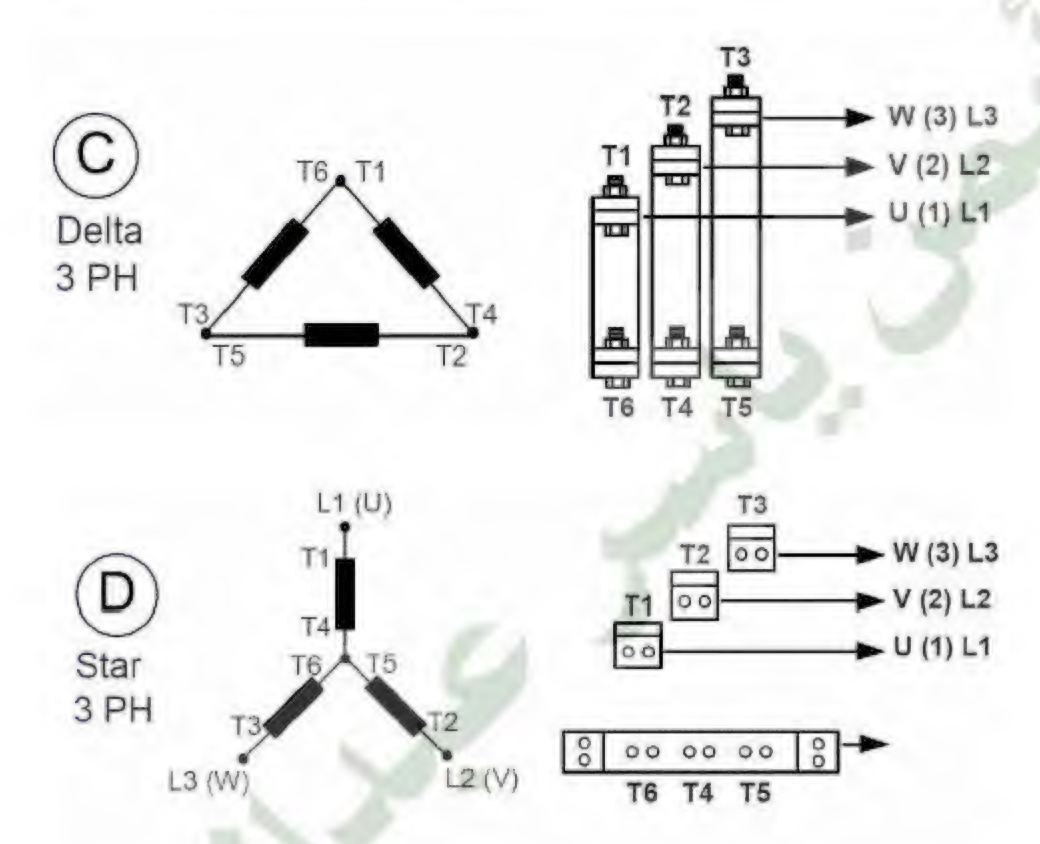
Winding	50 Hz	60 Hz
6	220 - 240	220 - 240
7	250 - 260	-
8	200	220 - 240

R 250 voltage detection :
0 => (T1) / 110 V => (T4)
R 438 voltage detection :
0 => (T10) / 220 V => (T1)



Winding	50 Hz	60 Hz
6	220 - 240	220 - 240
7	250 - 260	-
8	200	220 - 240

R 250 voltage detection :
0 => (T8) / 110 V => (T11)
R 438 voltage detection :
0 => (T3) / 220 V => (T2)



مثال لروزتة مولد ١٢ طرف ستامفورد (كود ملفات ٣١١)

الغازة الاولى ملفين u1-u2 و U5-u6
الغازة التانية ملفين v1-v2 و v5-v6
الغازة التالتة ملفين w1-w2 و w5-w6
تم التوصيل ستار طويلة long star (مذكور فى يافطة المولد انه يوصل ستار طويلة long star) وذلك بتوصيل ملفين الغازة توالى
الغازة الاولى : بتوصيل نهاية الملف الاول U2 ببداية الملف التانى U5
الغازة التانية :بتوصيل نهاية الملف الاول V2 ببداية الملف التانى V5
الغازة التالتة :بتوصيل نهاية الملف الاول W2 ببداية الملف التانى W5
وتوصيل نهاية الملف التانى لكل الغازات معا U6-V6-W6 وده النيوترال (نقطة الستار)
وتوصل فازات خرج المولد مع U1-V1-W1



تغذية منظم الجهد من تاب الغازة الاولى والتانية (نقطة توصيل الملف الاول والتانى للغازة الاولى والتانية) لانه يعمل بجهد ٢/٤٠٠ = ٢٠٠ فولت
ليه لم يستخدم فاز ونيوترال؟؟ لان الامن والافضل ان يعمل بجهد فازتين وليس فاز واحد ...وهناك منظمات جهد التغذية لها ثلاثية الاوجه وده افضل طبعا خصوصا فى حالة تشغيل احمال غير خطية او عدم اتزان الغازات وهناك ايضا منظمات جهد لا تعمل بخرج المولد ولكن لها ملفات خاصة تولد جهد لتشغيل المنظم فقط لنفس السبب السابق

يتم توصيل محول تيار على كل كابل فازة يوصل بالمولد لقياس الامبير فى كل فازة
محول التيار ٥/٦٠ اى اذ مر تيار فى الثانوى مقداره ٥ امبير يكون تيار الملف الابتدائى اى الكابل ٦٠ امبير طبعا قيمة تيار الملف الابتدائى تختلف باختلاف قدرة المولد
لمحول التيار وجهين وجه مكتوب عليه P1/k والاخر P2/l
يجب ان يدخل الكابل فى المحول بحيث طرف توصيل الكابل فى روزتة المولد يبقى ناحية P1/k وطرف توصيل الكابل فى القاطع يبقى ناحية P2/l ولو تم العكس هينعكس اتجاه التيار فى المحول وبالتالى هيقرا امبير سالب فى كارتة المولد

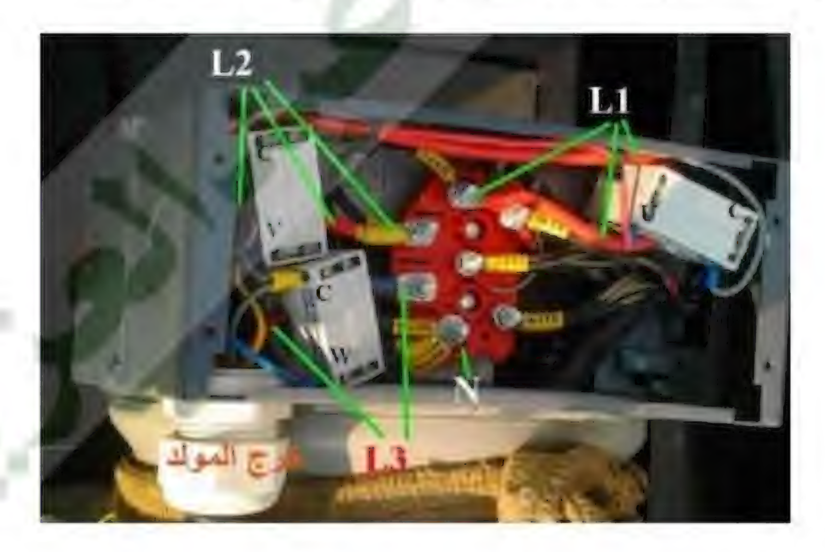




صورة توضح الاتجاه الصحيح لامرار الكابل بمحول التيار واتجاه التيار فى الثانوى



يتم توصيل طرف من كل محول التيار الى كارتة المولد والطرف الاخر لكل محول تيار يوصلو معا ويوصلوا بالكارتة ب common او الطرف المشترك C لمحولات التيار مع الاخذ فى الاعتبار القطبية لمحول التيار يعنى ماتوصلشى النقطة اللى على الشمال لاول محول بالطرف المشترك وتانى محول توصل نقطة المحول اللى على اليمين بالطرف المشترك !!
(كابل الطرف المشترك لمحول التيار هو الكابل الرصاصى)



ملحوظة

توصيل كابل الفازة الاولى بالصورة غلط، المفروض يكون الكابل بعيد عن ترملة التاب u2-u5 مش لاصق فيها بالشكل ده (لان الشيكرتون او شريط اللحام ملفوف على ترملة الفازة الاولى ملاصق لمسمار التاب وده غلط طبعا) لذا وجب التنويه!



يتم تأريض جسم المولد بالشاسيه



ملحوظة

- فى بعض المولدات فيها مفتاح تقدر تغير منه جهد خرج المولد بتغيير طريقة توصيل الملفات ، واكيد ده مش فى قدرات كبيرة !!
- يتم تغيير جهد المولد بتغيير وضع السويتش اثناء توقف المولد فتتغير طريقة توصيل الملفات بالتالى يتغير جهد المولد

صورة لمولد بسلكتور ماركة مارثون امريكى الصنع



الفصل الخامس
محرك الديزل

محرك الديزل

هو المحرك المستخدم فى ادارة التوربينة لتوليد الكهرباء ،وهو عبارة عن مكبس او اسطوانة بها بالف سحب هواء وبالف طرد عادم وبخاخة وقود وشمعة لتسخين الوقود والمكبس مركب على عمود يقوم بتحويل حركة المكبس الترددية الى حركة دورانية ، بالفات السحب والطرد تفتح وتغلق عن طريق كامات فى اوقات معينة

الاسطوانات قد تكون على خط واحد او على شكل V
تنقسم الى نوعين من حيث عدد الاشواط

١. ماكينة ديزيل ب ٤ اشواط
٢. ماكينة ديزيل بشوطين

اشهر مصنعى الديزل

١. ديزل بيركينز انجليزى الصنع
٢. ديزل كامنز امريكى الصنع
٣. ديزل كتر بيللر امريكى الصنع







اولا:ماكينة ديزل ب ٤ اشواط

سحب-ضغط-قدرة-عادم

١. الشوط الاول (السحب) يتحرك المكبس للاسفل ويفتح بالف السحب لدخول الهواء
٢. الشوط الثانى(الضغط) يتحرك المكبس للاعلى ويغلق بالف السحب وعند وصوله لنقطة معينة يتم ضخ الوقود واشعاله
٣. الشوط الثالث(القدرة) تتمدد الغازات وتدفع المكبس الى اسفل
٤. الشوط الرابع:(العادم) يتحرك المكبس للاعلى ويفتح بالف الطرد او العادم ويطرد الغازات وهكذا



ثانيا ماكينة ديزل بشوطين:

ضغط-قدرة

١. الشوط الاول:(الضغط) يتحرك المكبس الى اعلى ويضغط الهواء وعند نقطة معينة يتم ضخ الوقود واشعاله
٢. الشوط الثانى(القدرة) تتمدد الغازات ويتحرك المكبس لاسفل ، السحب والعادم ،اثناء تحرك المكبس للاسفل يفتح بالف الطرد او العادم ويطرد العادم ويفتح بالف السحب ويملىء هواء من خلال مروحة الهواء الذى يقوم بالمساعدة ايضا فى طرد العادم



مكونات محرك الديزل

١. الاسطوانات المحرك
٢. دائرة التزييت
٣. دائرة الهواء
٤. دائرة التبريد
٥. دائرة الوقود
٦. البطاريات
٧. مولد شحن البطاريات alternator
٨. بادىء المحرك (المارش)
٩. حساس السرعة

دائرة التزييت

يتم تزييت المكبس والكراسى كذلك الشاحن التوربينى بواسطة الزيت

- يقوم الزيت بتزييت الاجزاء الدوارة لتقليل الاحتكاك وتجميع الكربون الناتج عن الاحتكاك لذا يجب فلترته باستخدام فلتر الزيت والذى يحتاج الى تغيير كل فترة معينة
- للزيت لزوجة معينة لضمان عدم انزلاقه من الاجزاء الدوارة بالتالى لن يقوم بوظيفته اذا انخفضت لزوجته (بوضع زيت غير مناسب) او ارتفاع حرارة التشغيل او انخفاض حرارة الجو لذا يجب الحفاظ على لزوجة الزيت بالحفاظ على حرارته (فى الاجواء الباردة قد يحتاج الى سخان)
- ويوجد سخان بثرموستات لتسخين الزيت فى الاجواء الباردة كما يوجد مبرد للزيت coller لتبريد الزيت بواسطة ماء التبريد فى حالة ارتفاع حرارته
- يوجد حساس ضغط للزيت لفصل الديزل فى حالة انخفاض ضغط الزيت لاى سبب لمنع تلف المكونات الداخلية للديزل
- يوجد عصا لبيان مستوى الزيت

وهناك نظامين للتزييت

١. عمود الكرنك اثناء الدوران يلامس مستوى الزيت فيقوم برش (طرطشة) الزيت على الاجزاء الدوارة
٢. يوجد طلمبة زيت تستمد حركتها من عمود الكرنك تعمل على تزييت اجزاء الديزل

اولا التزييت بالرش Splash





ثانيا: التزييت باستخدام الطلمبة

يوجد طلمبة زيت تستمد حركتها من العمود وتوضع فى التانك ويوجد مصفاه فى سحب الطلمبة لمنع الاجسام الغريبة من الدخول اليها وخرج الطلمبة يدخل على فلتر الزيت ويذهب للاجزاء المراد تزييتها كما يوجد اكيد مانومتر ضغط لبيان ضغط الزيت
يحتاج الزيت للتغير كل فترة معينة كذلك الفلتر وتحتاج المصفى ايضا للتنظيف فى العمرة،



يتم تبريد الزيت باستخدام مبادل حرارى مع الهواء او باستخدام مبادل حرارى مع ماء التبريد

صور توضح مكونات دائرة التزييت لديزل باركينز



صورة عن قرب



صورة لعصا مستوى الزيت عن قرب



صورة لمكونات دائرة التزييت لديزل كامنز



صورة للجانب **الاخر**



دائرة الهواء

بالنسبة للهواء الداخل الى المحرك يجب ان يكون هناك فلتر للهواء لتنقيته من الاتربة واى اجسام غريبة وربما يوجد شاحن توربينى يقوم باستغلال حرارة وضغط غازات العادم فى ادارة ريش والتى تقوم بتشغيل ضاغط لضغط الهواء الداخل للمحرك بمقدار اعلى من الضغط الجوى لتحسين كفاءة المحرك
نتيجة لذلك قد يسخن الهواء بفعل العادم كثيرا فيستخدم ماء تبريد لخفض حرارته قليلا فى بعض الانواع وانواع اخرى يصل الهواء لجزء من الرادياتير لتبريده
يتم تغيير فلتر الهواء كل فترة يحددها التوكيل ويمكن تنظيف الفلتر بمصدر هواء مضغوط خارجى لازالة الاتربة (والاوساخ)العالقة به



صورة لفلتر الهواء



صورة لمدخل الهواء للفلتر



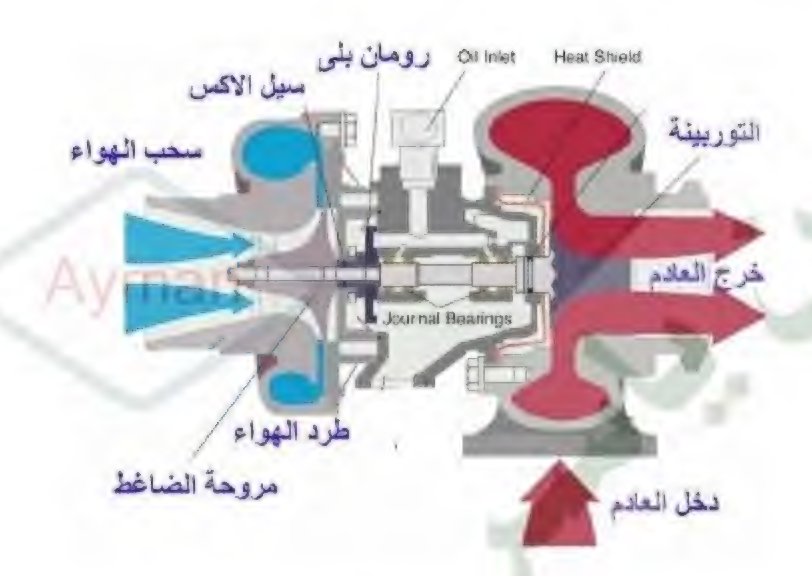
صورة عن قرب لمؤشر بيان سدد الفلتر



فى حالة سدد الفلتر يزيد قوة السحب بالتالى تتغلب على السوتسة بداخل مؤشر البيان وتجذب جزء احمر لاسفل يمكن رؤيته عبر الجزء الشفاف بالمؤشر لبيان سدد الغلتر

الشاحن التوربينى

يقوم باستغلال ضغط غاز العادم فى ادارة توربينة متصلة باكس لادارة ضاغط لضغط هواء السحب اعلى من الضغط الجوى مما يحسن من كفاءة الاحتراق بالتالى يحسن من كفاءة المحرك



صورة اخرى



المولد اللى معاه شاحن توربينى يفضل ما يدخلشى عليه حمل قدرته اكبر من ٥٠ % من قدرته

صورة على الطبيعة لشاحن توربينى وتبريد الهواء بمبادل مع الماء قبل دخوله السلندرات



لاحظ ان الراداياتير هو جزء واحد لتبريد الماء



صورة على الطبيعة لشاحن توربينى وتبريد الهواء بجزء من الرادياتير قبل دخوله السلندرات



لاحظ ان الرادياتير منقسم لجزئين جزء كبير لتبريد ماء التبريد وجزء صغير لتبريد الهواء الخارج من الشاحن التوربينى



صورة توضح خرج الهواء والماء من الراداياتير



دائرة التبريد

- يتم تبريد السلندرات باستخدام الهواء او الماء ولكن الماء هو الاشهر عن طريق قميص اسفل مجموعة المكابس مملوء بالماء وله فتحة دخول من اسفل وفتحة خروج من اعلى الى رادياتير بمروحة لتبريده ثم يعود مرة اخرى
- الماء المستخدم هو ماء مقطر ودرجة ال PH تكون قوية ١٠-١٢ حتى لا يسبب تاكل او ترسبات تعمل كعازل للانتقال الحرارة على مجموعة السلندرات ويتم اضافة اضافات كمانع التجمد فى حالة الاجواء الباردة ومضاد للتاكل
- يوجد حساس مستوى للماء
- يوجد طلمبة لتدوير الماء وضغطه وذلك لرفع درجة غليانه وتسهيل تبريده وهذه الطلمبة تستمد حركتها من شافت المحرك وغالبا تكون ناحية الرادياتير
- يوجد فالف بثيرموستات لعمل باى باص على الرادياتير فى حالة برودة الماء
- يوجد سخان بترموستات لتسخين الماء فى حالة الاجواء الباردة وذلك لتقليل الصدمة الميكانيكية الناتجة عن تشغيل محرك بارد وايضا لتقليل زمن بدء الديزل فى حالة الاجواء الباردة بتسخين مجموعة البساتم لدرجة حرارة التشغيل الطبيعية للتغلب على الهواء المسحوب البارد فنقلل من زمن البدء



- فى الاجواء الباردة فيه سخان وطلمبة يعملو باستمرار فى حالة ايقاف الديزل لابقاء الاجزاء الداخلية فى درجة الحرارة الطبيعية
- يستخدم ماء التبريد ايضا لتبريد الهواء فى حالة وجود شاحن توربينى حيث يتسبب فى ارتفاع حرارة الهواء لذا يتم تبريد الهواء بعد خرج الشاحن التوربينى بواسطة ماء التبريد عن طريق مبادل او بتبريد الهواء مباشرة بجزء من الرادياتير
- يستخدم ماء التبريد ايضا لتبريد زيت الديزل عن طريق مبادل حرارى مع ماء التبريد
- يوجد احيانا تانك ماء التبريد (تانك التعويض) ويكون مضغوط وبه غطاء مضغوط ويكون اعلى الديزل...
- دخل الماء الساخن للرادياتير من اعلى وخرج الماء البارد من اسفل (لان الهواء الساخن اخف فيرتفع لاعلى والهواء البارد اثقل فيهبط لاسفل) لتحقيق اعلى كفاءة تبريد
- كما تم الايضاح سابقا بان الرادياتير قد يكون جزء واحد وفى هذه الحالة يتم تبريد الهواء الساخن الخارج من الشاحن التوربينى بواسطة مبادل مع ماء التبريد قبل دخوله السلندرات ، وقد يكون الرادياتير جزئين الاجزء الاكبر لتبريد ماء التبريد والجزء الاصغر لتبريد الهواء الساخن الخارج من الشاحن التوربينى ويكون دخل الهواء الساخن من اسفل الرادياتير وخرج الهواء البارد من اعلى الرادياتير
-

صورة توضح مكونات دائرة التبريد لديزل باركينز



لاحظ ان الرادياتير من اعلى به ماسورة واحدة ده معناه ان الرادياتير جزء واحد وان تبريد الهواء بالماء وليس بالرادياتير

صورة توضح ان الرادياتير جزء واحد



صورة توضح حساس حرارة ماء التبريد ، احدهم حساس انالوج والاخر سويتش لغص المولد فى حالة ارتفاع الحرارة لقيمة عالية



صورة توضح دخل وخرج الرادياتير



دائرة الوقود

بالنسبة للوقود الداخل للمحرك يجب ان يكون هناك فلتر للوقود لمنع جدوث سدد فى رشاشات الوقود (اضيق مكان) كما يوجد فلتر بغاصل ماء لبيان وجود ماء فى الوقود من عدمه (نتيجة تكثف بخار الماء فى تانك الوقود) وشمعة لتسخين الوقود فى الاجواء الباردة واكيد طلبمة الوقود والتى تغذى مجموعة الوقود بالمحرك(المسئولة عن كمية وميعاد حقن الوقود للاسطوانات) ويوجد خط راجع للوقود

- فى بعض انواع الديزل يوجد مكبس يدوى لتحضير الوقود
- ماسورة الراجع يجب ان تكون بنفس قطر ماسورة السحب وبنفس اللون الاسود
- الخزان اسفل الارض يحافظ على الوقود اكثر من الخزان اعلى الارض
- فى الاجواء الباردة قد ياخذ المحرك زمن اطول للبدء لذا تم وضع السخانات فى الوقود والزيت والماء لذا لو خد وقت طويل اكيد فى خلل فى احد هذه السخانات او الترموستات او ضعف فى البطارية..
- خزان الوقود من الاستانلس وليس الحديد المطلى او المجلفن لان الوقود هيتفاعل معاه مكونا مركبات تكون ضارة بالمولد وتقلل الكفاءة
- لا يعمل المولد اثناء ملء تانك الوقود اليومى لان قد يسحب اجسام غريبة تسد الفلتر وتقلل كفاءة المولد

سولونويد الوقود

يقوم بايقاف المحرك عن طريق اغلاق الوقود المغذى له وذلك للاسباب التالية

١. ارتفاع حرارة ماء التبريد عن الحدود المسموح بها ٨٠-٨٥ درجة سليزيوس
٢. عند انخفاض ضغط الزيت
٣. عند انخفاض مستوى الوقود
٤. عند سدد فلتر الهواء

صورة توضح مكونات دائرة الوقود لديزل كامينز
(لاحظ ان الجغرنر او طلمبة الوقود ميكانيكى)



صورة لتانك الوقود



صورة توضح مكونات دائرة الوقود لديزل باركينز
(لاحظ ان الجغرنر او طلمبة الوقود الكترونى)



صورة من اعلى



صورة لمكونات دائرة الوقود لديزل باركينز
لاحظ ان طلمبة الوقود او الجفرنر ميكانيكى



صورة توضح عوامة حساس المستوى وهى عبارة عن عوامة تغير من قيمة مقاومة متغيرة بارتفاع او انخفاض العوامة وتوصل بشاشة التحكم لقراءة مستوى الوقود على الشاشة لبرمجة انزار انخفاض المستوى عند انخفاضه على قيمة معينة على الشاشة



البطاريات

تستخدم لتخزين الكهرباء ، فهى مصدر الكهرباء الوحيد المتاح فى حالة انقطاع الكهرباء العمومية وتستخدم ل

- تشغيل لوحة تحكم المولد
- تشغيل مارش الديزل لبدء المولد
- فتح سلولنويد الوقود ان وجد
- تشغيل الجفرنر الالكترونى ان وجد (لفتح الوقود اثناء البدء!)

أنواع البطاريات

١. بطارية رصاص/حامض (بها سائل) **lead acid**
- رخيصة مقارنة بالنوع التالى
- تحتاج الى صيانة ومتابعة دورية
- عمر افتراضى اقل من النوع التالى
- ينتج عنها غازات قابلة للاشتعال

٢. بطارية نيكل/كادميوم (جافة) **Nickel /Cadmuim**
- غالية مقارنة بالنوع السابق
- تحتاج الى صيانة اقل
- عمر افتراضى اكبر
- لا ينتج عنها غازات قابلة للشتعال



بطاريات لاتحتاج الى صيانة maintenance free battery

بطاريات تصنع من رصاص-كالسيوم وهى تولد غازات اقل اثناء الشحن لذا تستهلك ماء اقل ومن هنا جاء اسم (بطارية بلا صيانة!) لذا يخطىء الكثيرون بعدم صيانة ومتابعة هذه البطارية ففى الحقيقة بعد مدة معينة او فى حالة ارتفاع درجة الحرارة ستحتاج ايضا الى (تزويد ماء) بالتالى نقص السائل قد يؤدى لانفجارها



لوحة بيانات البطارية

- جهد البطارية
- سعة البطارية تقاس بالامبير .ساعة AH (يتم اختيار سعة البطارية بحيث تستطيع ادارة المارش اربع مرات كل مرة ٣٠ ثانية)
- Crancking amp اقصى امبير للبطارية او يذكر قيمة C البطارية
- Cold crancking amp
- C او النسبة بين اقصى امبير وسعة البطارية (يعنى لو البطارية 10C يبقى اقصى تيار للبطارية هو ١٠* امبير/ساعة البطارية)
- نوع البطارية

لمعرفة زمن عمل البطارية بالدقائق يتم قسمة ٦٠ (دقيقة)/ (امبير الحمل على قيمة امبير/ساعة البطارية)



لون مؤشر البطارية

- اخضر : البطارية سليمة ومشحونة
- ابيض : البطارية سليمة وتحتاج للشحن
- اسود : البطارية تالفة تحتاج للتغيير



تثبيت البطارية



طرق توصيل البطاريات

1. يتم توصيل البطاريات توالى لزيادة الجهد (الامبير ثابت)
2. يتم توصيل البطاريات توازى لزيادة الامبير (الجهد ثابت)



3 Figure



يتم تزويد البطارية بالماء المقطر ويجب ملاحظة كمية الماء للخلية

- ✓ لو الخلية تستهلك ماء زيادة
  بسبب شحن زائد – او درجة حرارة تشغيل عالية – او تسريب بها
- ✓ لو الخلية تستهلك ماء اقل
  بسبب شحن غير كامل



سعة البطارية تنخفض بانخفاض درجة الحرارة

درجة حرارة الوسط	٢٨	٠	-١٨
سعة البطارية	%١٠٠	%٦٥	%٤٠

شحن البطارية

١. يتم شحن البطارية من الكهرباء العمومية بواسطة شاحن البطارية (التونجر)
٢. يتم شحن البطارية من المولد بواسطة الدينامو (سواء كان مولد تيار متردد ويتم توحيده الى تيار مستمر او مولد تيار مستمر)
٣. اكيد يعنى لايتم توصيل الاثنين شاحن مع بعض !!!

ملاحظات هامة

- تأكد من وجود تهوية جيدة بالمكان لضمان عدم تراكم غاز الهيدروجين (التهوية عنصر حرج وهام جدا جدا جدا وعدم عمل مراوح التهوية قد تؤدى لكارثة خصوصا فى UPS كما سنرى لاحقا)
- تاكد من عدم وجود اى مصدر للهب او الشرر بالمكان
- تراكم الاتربة على البطارية قد يؤدى لتولد جهد استاتيكى عليها يؤدى للانفجار او قد يؤدى لتكون طبقة اتربة مشبعة بالرطوبة تتسبب فى قصر بين موجب وسالب البطارية
- لاتقم بتنظيف البطارية بهواء مضغوط
- قم بتنظيف البطارية من اعلى (فى حالة وجود طبقة اتربة غير قابلة للتنظيف بقطعة قماش) بواسطة محلول من ١٠٠ جم صودا ولتر ماء ثم يلى ذلك شطف بالماء فقط (بقطعة قماش!) مع الحرص الشديد لعدم دخول المحلول داخل الخلايا
- قم بتنظيف موجب وسالب البطارية فى حالة تكون صدء عليهم بواسطة محلول من ١٠٠ جم صودا ولتر ماء ثم يلى ذلك شطف بالماء فقط (بقطعة قماش!) مع الحرص الشديد لعدم دخول المحلول داخل الخلايا (بعد فصل الكابلات بالطبع)



ثم قم بتجفيفها بقطعة قماش

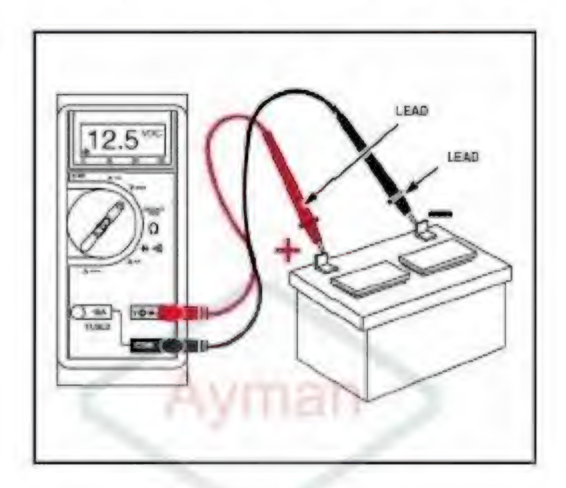


ثم قم بتشحيم الوصلة لمنع او تقليل حدوث صدأ



- تأكد من التثبيت الجيد للبطارية (لو معرضة للاهتزاز)
- تاكد من عدم وجود اى تلف خارجى للبطارية
- **ارتدى نظارة حماية للعين وقفازات عند صيانة البطارية**
- يجب فصل الشاحن اولا قبل فك او توصيل اطراف البطارية
- قبل ان تقم باى صيانة يجب ايقاف الديزل !! ،فصل شاحن البطارية و فصل دائرة الكنترول
- لاترتدى ساعة او مجوهرات (معادن) عند العمل بالقرب من البطارية ،المارش او التوربينة واستخدم المفاتيح بحذر (مفاتيح الفك والربط..مفتاح عشرة مثلا) لتجنب تسبب هذه المعادن بشورت سيركت (قصر)
- تاكد من احكام التوصيلات جيدا على اطراف البطارية ثم قم بوضع شحم عليها (لمنع التاكل)
- عند فك اطراف البطارية فك الكابل الاسود (الارضى) اولا ثم الموجب
- عند توصيل اطراف البطارية وصل الكابل الاحمر (الموجب) اولا ثم السالب
- تاكد من مستوى السائل الالكتروليتى (ينخفض المستوى نتيجة زيادة حرارة البطارية ، شحن زائد ، عدم تزويد ماء بانتظام)

- تاكد من فولت خرج البطارية بواسطة الافوميتر



- لو فولت خلية اقل من الخلايا الاخرى دليل على شورت داخلى بها بسبب (سدد فتحات التهوية vent – انخفاض مستوى السائل - نهاية عمرها الافتراضى)
- امبير شاحن البطارية على الاقل ١٠% من امبير البطارية
- تجنب استخدام الشحن السريع لانه يؤدى الى ارتفاع حرارة البطارية، تلف البطاية، زيادة الغازات القابلة لاشتعال
- قم بقياس الجاذبية النوعية لحمض البطارية باستخدام الهيدروميتر ويجب ان تكون قراءة الجهاز لبطارية مشحونة تقريبا ١,٢٦ اما لو كانت اقل من ١,٢٥ فيجب شحن البطارية



قياس التيار المستمر

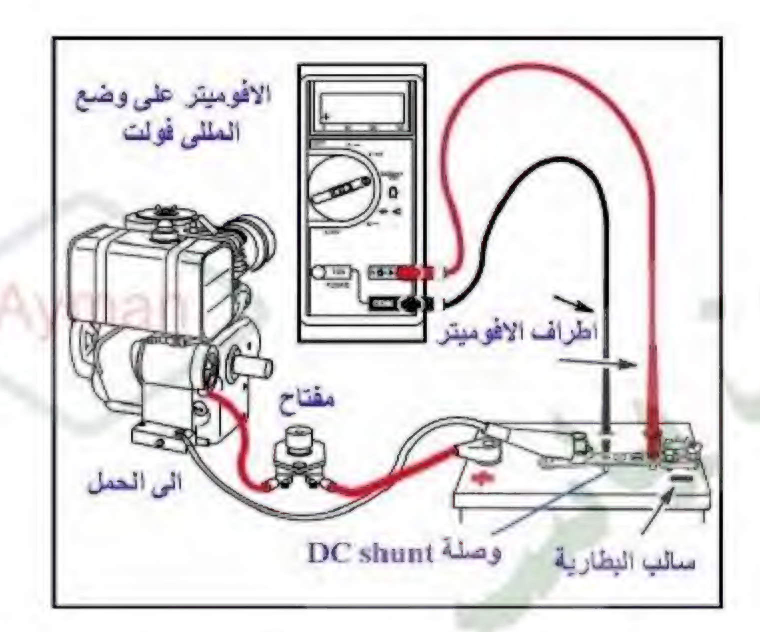
لقياسه يصعب استخدام الافومتير توالى فى الدائرة لقياس التيار مباشرة (لان اقصى تيار مستمر يقيسه الافوميتر منخفض) لذا يتم استخدام وصلة DC shunt وهى وصلة معدن توصل طرفها فى سالب البطارية والطرف الاخر توصل بكابل البطارية للحمل ويوجد بها ثقبين لتوصيل طرفى الافوميتر بها والمسافة بين الثقبين محسوبة بحيث تعطى مقاومة ١ مللى اوم بينهم، بالتالى يتم قياس فولت بينهم (انخفاض الجهد فولتج دروب عبر ١ مللى اوم) وظبط الافوميتر على مللى فولت فان قرا ١ مللى فولت كان التيار المسحوب من البطارية ١ امبير وان قرا ٢٠ مللى فولت كان التيار ٢٠ امبير وهكذا





مثال قياس امبير المارش

يتم توصيل الوصلة بسالب البطارية وتوصيل كابل البطارية فى الطرف الاخر للوصلة



ونظبط الافوميتر على مللى فولت ويتم تشغيل المارش بالتالى لو قرا الافوميتر ٢٠ مللى فولت معناه التيار المار هو ٢٠ امبير ولو قرا ١٠٠ مللى فولت معناه ان التيار هو ١٠٠ امبير ... فيتم مراقبة تيار المارش وسرعة دوران المحرك ،فان كانت سرعة دوران المحرك منخفضة وامبير المارش عالى دل ذلك على مشكلة بالمارش

لانفجار البطارية يجب ان يتوفر شرطين

- ✓ تراكم غازات قابلة للاشتعال لضعف التهوية (هيدروجين واكسجين نتيجة التشغيل الطبيعى للبطارية)
- ✓ مصدر للاشعال (شرارة – لهب)

اسباب انفجار البطارية

١. عدم بدء المولد (او ال UPS) فيقوم الغنى باستخدام ولاعة لرؤية مستوى السائل الالكتروليتى بالبطارية !!!! فيحدث بوووووم (البطارية تولد غازات قابلة للاشتعال)
٢. التدخين فى حجرة المولد (او ال UPS)
٣. لو البطارية تالفة وتم توصيلها بالشاحن فهى معرضة للانفجار او تلف الشاحن ، كيف تعرف ان البطارية تالفة؟
٤. زيادة الغازات الصادرة من البطارية دليل على حدوث شورت داخلى بها بالتالى معدل التفريغ اكبر من معدل الشحن بالتالى اى شرارة بووووووووووووووم (اكيد اى بطارية بها شورت داخلى يجب استبدالها) لذا عند بدء الديزل والبطارية تالفة (بها شورت او تاكل داخلى ..عمرها الافتراضى بخ) قد يؤدى لانفجار البطارية
٥. لو البطارية سليمة وتم زيادة شحنها فهى معرضة للانفجار خصوصا فى حالة نقص مستوى السائل اللالكتروليتى ايضا قد يؤدى الى حدوث تاكل فى الخلية ينتج عنه شورت بداخل خلية البطارية (تلف الشاحن الذى يؤدى الى زيادة تولد الغازات فى البطارية مما يؤدى الى بوووووووم)
٦. توصيل غير جيد للاسلاك بالتالى تسحب امبير عالى بالتالى تحدث شرارة على اطراف البطارية ولو مستوى السائل البطارية قليل (يعنى غازات اكتر) بووووووووووووم (هتلاحظ تأكل او نقر او كربنة فى اطراف توصيل الاسلاك) لذا يجب اعادة ربط توصيلات البطارية كل فترة للتاكد من احكام الربط
٧. عيب تصنيع البطارية ،عدم توصيل جيد للاقطاب البطارية باطراف البطارية الخارجية مما يحدث شرر يؤدى الى بوووووم او بمجرد تحريك البطارية او تعرضها للاهتزاز ينتج عدم توصيل جيد للاقطاب الداخلية باطراف البطارية الخارجية ينتج عنه بووووم
٨. اللحام بين الخلايا الداخلية للبطارية بيمر به تيار عالى عند بدء الديزل بالتالى لو اللحام غير جيد (عيب تصنيع) ينتج عنه مقاومة لمرور التيار مما يؤدى لزيادة درجة الحرارة بصورة كبيرة تؤدى لفصل اللحام او انصهار السلك مما يؤدى لحدوث شرارة داخل البطارية ثم – برافو عليك بوووووم-
٩. توصيل خاطىء للاقطاب البطارية

١٠. استخدام بطارية sealed maintenance free فى تطبيق يتطلب شحن ثابت
١١. توصيل بطاريات توالى او توازى من انواع مختلفة، سعة مختلفة تاريخ التركيب مختلف (بطارية قديمة واخرى جديدة) فسيؤدى الى ارتفاع حرارة وزيادة شحن احد البطاريتين مما يؤدى الى بوووووووووم عند تشغيل المارش
١٢. استخدام بطارية ذا سعة اقل من المطلوب
١٣. عدم وجود تهوية جيدة فى الغرفة
١٤. عدم تثبيت جيد للبطارية (تعريض البطارية للاهتزاز)
١٥. عدم اجراء المتابعة والصيانة الدورية

صورة انفجار بطارية مولد



صورة انفجار بطارية بسبب توصيل غير جيد



صورة لانفجار الهيدروجين فى غرفة UPS نتيجة ضعف/عدم عمل التهوية فى احد المبانى
(توقفت التهوية لمدة ٣ ايام كافية بتولد هيدروجين كافى للتفجير الكبير ده)



فى الكواكب الاخرى يتم حصر اى حوادث من اى نوع مثلا انفجار بطاريات (UPS- مولد –سيارة –قارب- ترولى يعمل بالبطارية) حتى لو كانت بسيطة ومافيش خسائر فى الارواح، وحتى لو الخسائر المادية قليلة او لاتذكرا !!!، ثم تقوم جهة بوزارة الصناعة بفتح تحقيق لمعرفة ملابسات الحوادث ثم تقوم بعمل منشور ينبه به على الاخطاء التى ادت لتلك الحوادث ويقوم بارساله الى جميع المصانع –الاماكن –التوكيلات لارسالها لجميع المستخدمين المحتملين لمنع تكرار هذه الحوادث

القاعدة الذهبية ليس تصليح العطل او مرور حادثة ما على خير ولكن التاكد من عدم حدوث العطل/الحادثة مرة اخرى
"أيمن"

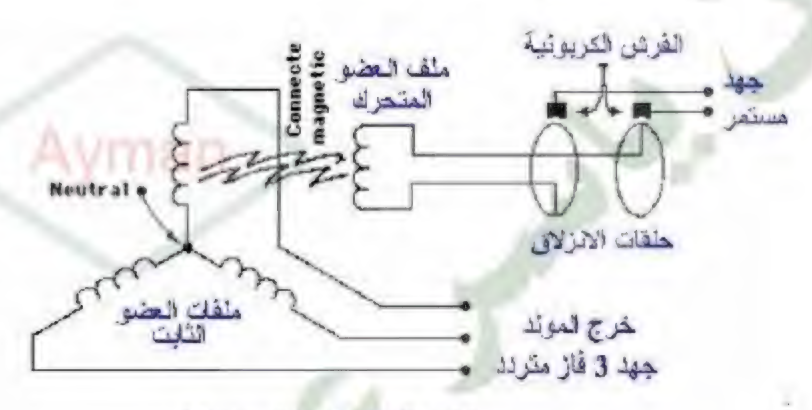
شاحن البطاريات (alternator)

A. مولد تيار متردد
B. مولد تيار مستمر

لشحن البطاريات ولتغذية دائرة التحكم (ريلي حرارة ماء التبريد – ريلاى ضغط الزيت – ريلاى فصل الحمل)

اولا مولد التيار المتردد

هو الاكثر انتشار لقلة مشاكله وعمر الفرش الطويل...
عبارة عن مولد تزامنى يتم تغذية الروتر بتيار مستمر عن طريق فرش كربونية ويتولد جهد ٣ فاز فى الاستاتور يتم توحيده بقنطرة ٣ فاز ثم يدخل على دائرة الكترونية لشحن البطارية

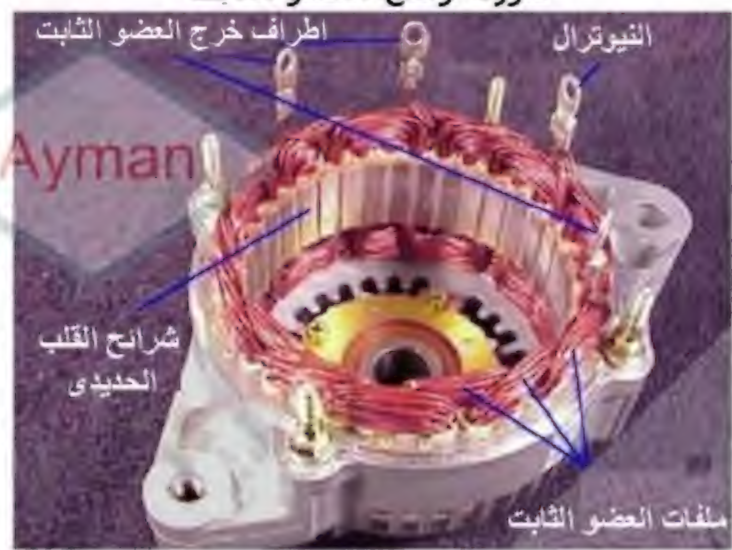


شاحن البطارية Alternator

يتم تغذية العضو المتحرك بجهد مستمر عبر الفرش الكربونية وحلقات الانزلاق بواسطة البطارية ومنظم جهد الالترناتور لتثبيت جهد خرج مولد الالترناتور ومنظم الجهد ممكن يكون داخليا او خارجيا

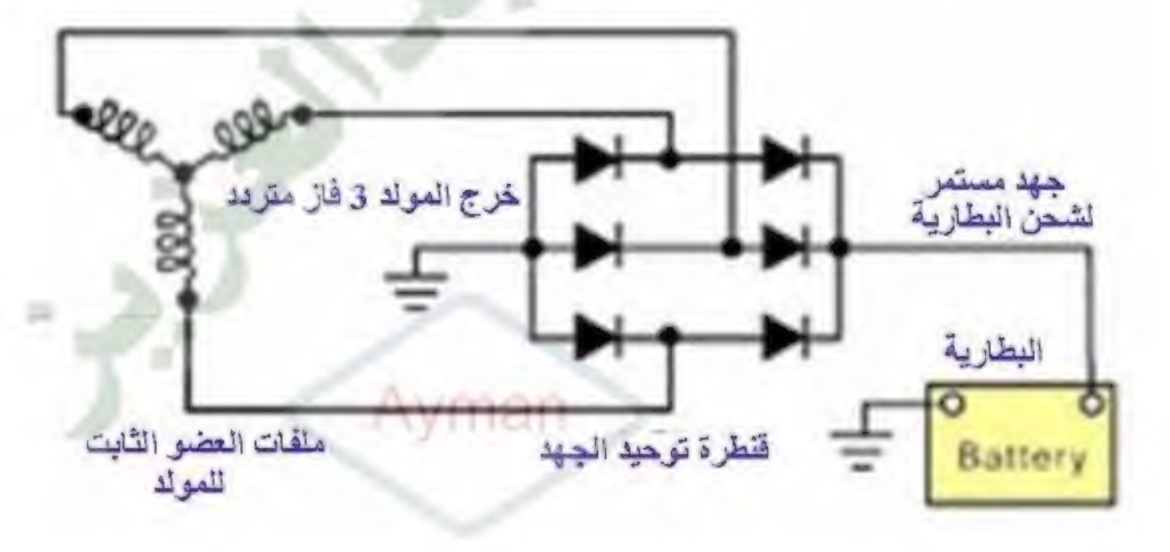


صورة توضح العضو الثابت





خرج المولد ٣ فاز متردد لذا يستخدم قنطرة لتوحيد الجهد الى مستمر لشحن البطارية وغالبا الخرج طرفين الطرف الاول موجب خرج الالترناتور ويوصل بوحدة تحكم المولد لشحن البطارية، (ويكون جسم المولد موصل بالارض عبر المحرك (السالب)، وسالب البطارية يوصل بالارضى لغلق الدائرة) والطرف الاخر موجب من البطارية للالترناتور لتغذية ملفات المجال عبر الفرش الكربونية والسالب كما اوضحنا من جسم المولد...



صورة توضح القنطرة بغطاء المولد



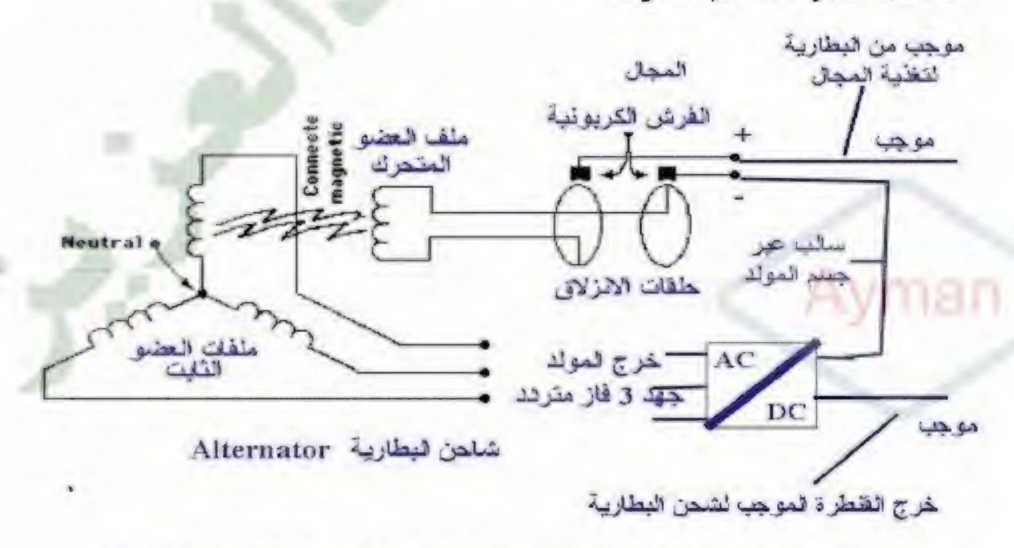
الاعطال

١. قم بفك وتنظيف الكابلات او تغييرها ان لزم الامر (تتكون عليها طبقة كربنة تعمل كعازل) سواء كابلات المولد والبطارية او الارضى
٢. قم بفحص الفيوز او السكينة لخرج المولد (مولد شحن البطارية)
٣. تاكد من شحن البطارية جيدا وقم بصيانتها ان لزم الامر
٤. تاكد من الربط الجيد بين المولد والمحرك (سواء سير او كوبلن)
٥. التاكد من عدم تأكل الفرش الكربونية وتغيرها ان لزم الامر والتاكد من ضغط السوستة على الفرش وتنظيف السوستة او تغيرها ان لزم الامر
٦. غالبا بعد عمل الخطوات السابقة يتم حل العطل
٧. يتم توصيل ملفات المجال توالى بلمبة (كام وات؟) توالى بالبطارية ولو الملفات سليمة هتنور اللمبة والمفروض يتمغنط شافت المولد وممكن التاكد بواسطة مفك او يتم قياس مقاومة الملفات بواسطة الافوميتر ودمتم
٨. يتم قياس قنطرة التوحيد للتاكد منها
٩. يتم قياس ملفات العضو الثابت والتاكد من عدم وجود قطع او شورت بها

صورة توضح مكان شاحن البطارية alternator على الطبيعة



دائما يكون شاحن البطاريات ناحية الرادياتير ويستمد حركته بواسطة سير من اكس الديزل
متصل بالمولد كابلين فقط
الاول موجب وهو خرج المولد متصل بكارتة المولد عبر النقطة +B لشحن البطارية
الثانى موجب من البطارية لتغذية مجال المولد
السالب عبر جسم المولد



المولد خارج منه طرفين فقط موجب لشحن البطارية وموجب من البطارية لتغذية مجال المولد

المارش او الكرانك او البادىء

محرك ١٢ او ٢٤ فولت مستمر وهو من النوع محرك التوالى ويستخدم فى ادارة العمود عن طريق ترس بونيون لبدء المحرك وتيار البدء لهذا المحرك كبير قد يصل الى ١٠٠ امبير لذا يوصل عن طريق ريلاى،وقد تكربن اطراف المحرك لذا فى حالة عدم عمل المحرك يتم التاكد من عدم كربنة الاطراف...



يوجد مع المحرك سولونويد لتعشيق ترس البنيون اثناء البدء لنقل الحركة لمحرك الديزل وبعد البدء يفصل الترس مرة اخرى لتجنب دوران المحرك بواسطة الديزل
يجذب السولونويد plunger مثبت بذراع لتعشيق ترس البنيون وعند فصل السولونويد يعود البلنجر مرة اخرى فيفصل تعشيق الترس او الكلاتش

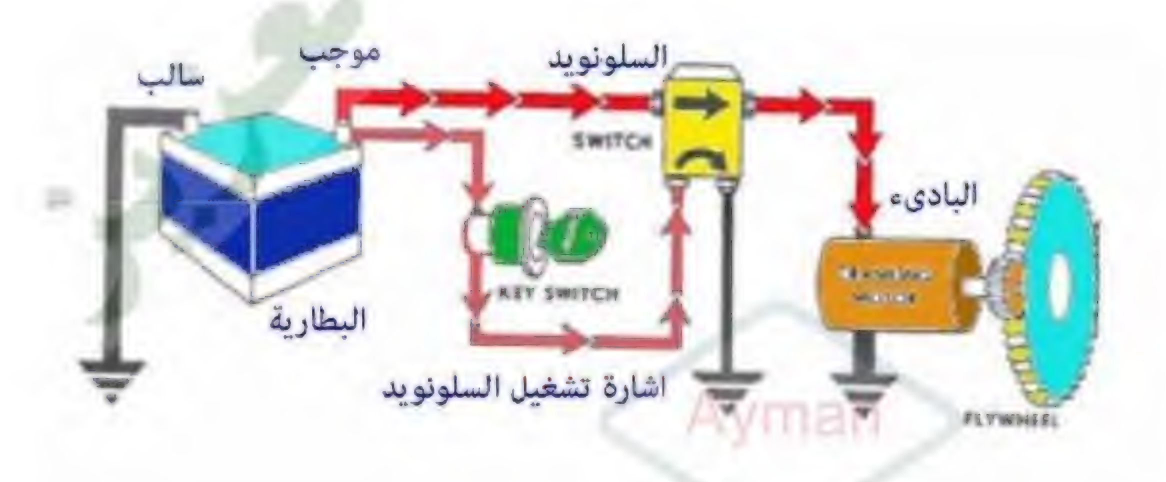




طريقة التوصيل

ريلاى البدء له كونتاكت واحدة يستخدم لتشغيل وفصل السلونويد
سلونويد البدء بالاضافة لدورة فى تعشيق ترس البنيون، له كونتاكت واحدة لتوصيل الموجب لمحرك البدء والمحرك متصل بالسالب مباشرة
تقوم كارتة التحكم بتوصيل موجب لكويل ريلاى البدء والطرف الاخر للكويل اما متصل بسالب البطارية عبر كابل كما النوع بالرسم واما متصل بسالب البطارية عبر جسم الريلاى، وعند عمل الريلاى يصل موجب البطارية لكويل السلونويد والطرف الاخر لكويل السلونويد متصل بالسالب دائما عبر جسم السلونويد وعند عمل السلونويد يصل موجب البطارية للمحرك فيدور ويعشق ايضا ترس البنيون

احيانا يركب مفتاح على موجب البطارية كما بالرسم فى حالة وجود تهريب للجهد بالتالى نوم البطارية فنفصل المفتاح طالما ان المولد لا يعمل حتى لاتفرغ شحنة البطارية



صور للمارش على الطبيعة



صورة اخرى



صورة لريلاى بدء بطرف تشغيل واحد والطرف الاخر سالب عبر جسم الريلاى

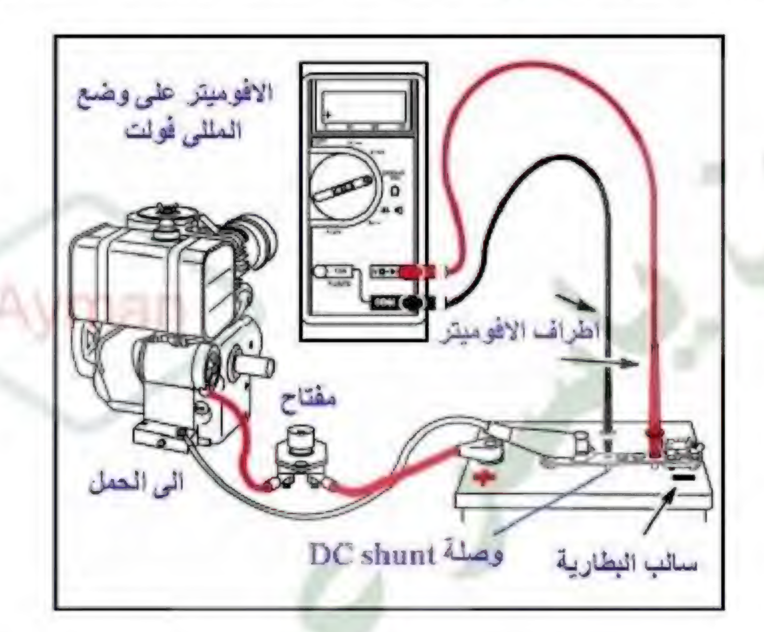


صورة من زاوية اخرى



كيفية قياس امبير المارش؟

امبير المارش قد يصل الى ١٠٠ امبير اثناء البدء وهو تيار مستمر ولقياسه يصعب استخدام الافومتير توالى فى الدائرة لقياس التيار مباشرة (لان اقصى تيار مستمر يقيسه الافوميتر منخفض) لذا يتم استخدام وصلة DC shunt وهى وصلة معدن توصل طرفها فى سالب البطارية والطرف الاخر توصل بكابل البطارية ويوجد بها ثقبين لتوصيل طرفى الافوميتر بها والمسافة بين الثقبين محسوبة بحيث تعطى مقاومة ١ مللى اوم بينهم.



فيتم تشغيل المارش ونظبط الافوميتر على مللى فولت ليقيس الفولت على هذه المقاومة (١ مللى اوم) بالتالى لو قرا الافوميتر ٢٠ مللى فولت معناه التيار المار هو ٢٠ امبير ولو قرا ١٠٠ مللى فولت معناه ان التيار هو ١٠٠ امبير ... فيتم مراقبة تيار المارش وسرعة دوران المحرك ،فان كانت سرعة دوران المحرك منخفضة وامبير المارش عالى دل ذلك على مشكلة بالمارش

تراكم الاتربة على سولنويد المارش سيمنع انجذاب ال Plunger بالتالى لن يبدا الديزل (لعدم تعشيق الترس البينيون وعدم توصيل بور للمارش)، فيلجا بعض الغنين بالطرق عليه بشاكوش لخلخلة الاتربة التى قد تعيقه لجعله يعمل مرة اخرى مما قد يسبب اضرار به لذا الافضل فك السولونويد وتنظيفه من الاتربة

١. يتم فصل البطارية
٢. يتم فك ارضى (سالب) البطارية
٣. يتم فك موجب البطارية لمحرك البدء
٤. يتم فك السلك الصغير للسولونويد



٥. يتم فك محرك البدء
٦. يتم فك كابل المحرك من السولونويد



صامولة ربط كابل تغذية موتور البدء

٧. يتم فك السولونويد من محرك البدء بواسطة مسامير الن كيه



قم بفك مسامير الن لكيه لفك السولونويد
عن موتور البدء

٨. قد يعلق البلنجر بسبب الاتربة لذا قم بخلخلة السولونويد لفكه



قم بفك السولونويد من موتور البدء
قد تجد Plunger عالق بسبب الاتربة
لذا قم بتحريكه بحركة دائرية حتى يخرج معك

٩. يتم تنظيف البلنجر والسولونويد والسوستة من الاتربة

١٠. يتم التجميع مرة اخرى

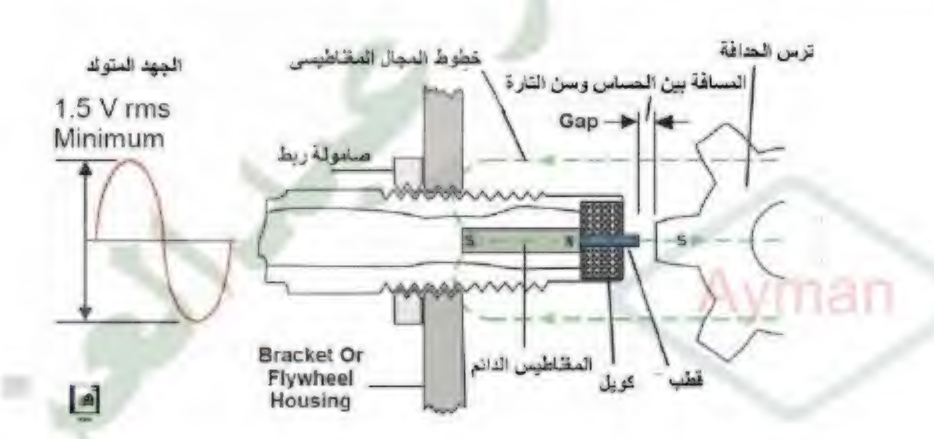


١١. يتم توصيل الكابلات
١٢. يتم تركيب محرك البدء مرة اخرى
١٣. شكرا

حساس السرعة magnetic pick up

له اسماء عدة (فى تطبيقات اخرى)
1. Magnetic pick up
2. Variable reluctance speed
3. Pulse generator
4. Frequency generator
5. Monopoles
6. Timing probes

مولد تيار متردد احادى الوجه
هو عبارة عن مغناطيس دائم وامامه قطب حوله عدد كبير من لفات سلك نحاس ينتقل المجال المغناطيس عبر سن الحدافة ليكمل دائرة مغلقة ويتولد فى الملف فولت يتناسب مع المسافة بينه وبين سنون الحدافة وتردد يتناسب مع سرعة الماكينة
(تقدر تقول ان سن الحدافه عندما يقابل الحساس يزيد المجال المغناطيسى لوجود القلب الحديدى او السن امام الحساس وحينما يبتعد السن ينخفض المجال امام الحساس وكما نعلم اى ملف يتعرض لفيض مغناطيسى متغير يتولد فيه جهد)

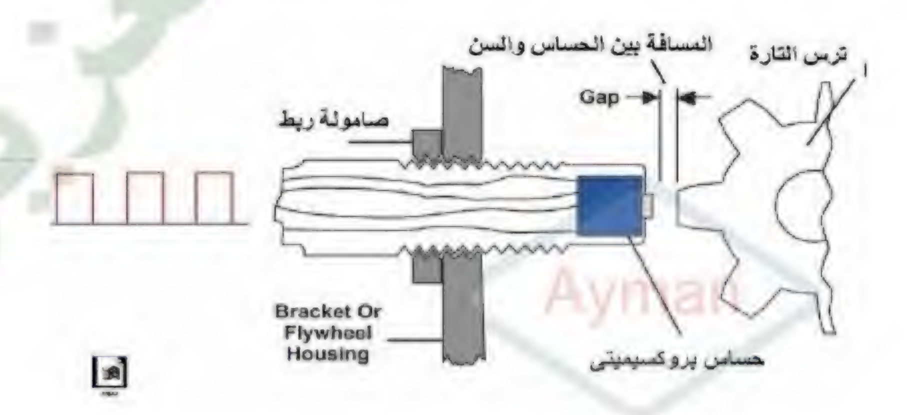




- يتم ربط الحساس حتى يلامس سن التارة الحدافة ثم لفه عكس ¾ لفة حتى تضمن ان هناك مسافة لاتقل عن ٠,٤ مللى بينه وبين سنون التارة الحدافة ويتم ادارة التارة لفة كاملة للتاكد من عدم ملامسة الحساس لها
- كلما قلت المسافة بين الحساس وسنون التارة الحدافة زاد جهد اشارة الحساس (الجهد ١,٥ فولت على الاقل ولو الحساس بيدى ٣ فولت يبقى لوز)
- المقاومة بين طرفى الحساس ١٠٠-٣٠٠ اوم
- يتم توصيل الحساس بكابل شيلد مجدول
- يجب ان يكون طول الكابل اقل ما يمكن
- تردد الحساس =عدد سنون الحدافة * السرعة(لفة*دقيقة) /٦٠
- يتم حساب اقصى تردد لحساس السرعة طبقا للمعادلة السابقة واختيار كارت الجغرنر المناسب لهذا التردد
- يتم قياس الفولت المتولد على اطراف الحساس يجب الا يقل عن ١,٥ فولت والا يتم مراجعة التوصيل (الكابل شيلد ومجدودل والشيلد متوصل بالارضى ناحية الجغرنر فقط ولا يتم توصيله بالارضى ناحية الحساس) ومراجعة المسافة بينه وبين سن التارة الحدافة لو كله تمام ولسه الجهد قليل ربما تحتاج لتغيير الحساس

حساس بروكسيمتى

يستخدم فى السرعات المنخفضة او عند الحاجة لمسافة كبيرة بين سنون التارة والحساس gap
عبارة عن حساس حثى له تغذية ٢٤ فولت مستمر وبه ملف يولد مجال مغناطيسى وعند وجود سن التارة امام الحساس يزداد المجال المغناطيسى وتقوم دائرة داخل الحساس باعطاء نبضة او اشارة



صورة توضح حساس سرعة من النوعين



الفولت المتولد من magnetic pick up هو موجة جيبية sin wave ترددها يتناسب مع سرعة المولد وجهدها يتناسب مع مدى قرب الحساس من التارة و سرعة المولد وهى فى حدود ١,٥-٣ فولت

الفولت الناتجة من البروكسيمتى هو ٢٤ فولت (لانه يعمل ككونتاكت عند وجود السن امام الحساس يعطى نبضة وعند ابتعاد السن يعطى صفر) بالتالى الاشارة الناتجة هى بلصات مربعة square pulse بجهد ثابت ٢٤ فولت وتردد (عدد النبضات) يعتمد على سرعة دوران المولد ويستخدم مع مولدات السرعات المنخفضة فقط لان زمن الاستجابة له response time قليل

صورة توضح مكان حساس السرعة لديزل كامنز



صورة توضح حساس السرعة لديزل باركينز



صورة عن قرب



يمكن الاستغناء عن حساس السرعة والاعتماد على قيمة تردد خرج المولد لتحديد سرعته!

الصور التالية توضح مكونات مجموعة توليد الديزل

جتى تقرا الرسومات القادمة

- لادارة الصفحة مع عقارب الساعة قم بالضغط على كنترول و شيفت وموجب
- لادارة الصفحة عكس عقارب الساعة قم بالضغط على كنترول و شيفت وسالب

المثال الاول: صور توضح مكونات مجموعة توليد ديزل باركينز ومولد ستامفورد



صورة توضح رادياتير مياه التبريد وحساس المستوى



لاحظ ان الهواء الخارج من الشاحن التوربينى لايبرد بواسطة الرادياتير وده واضح من الصورة التالية حيث ستجد الرادياتير قطعة واحدة ولو الهواء يبرد بواسطة الرادياتير لكان الرادياتير مقسوم لنصفين نصف كبير لتبريد الماء والنصف الاخر صغير لتبريد الهواء



صورة توضح

- دائرة الهواء من فلتر الهواء الى الشاحن التوربينى
- توضح مسار العادم من السلندرات الى الشاحن التوربينى الى المدخنة (لم يتم تركيب المولد بالتالى المدخنه عليها غطاء احمر يتم فتحه قبل اختبار المولد ويوصل بها المدخنة عند تركيب المولد)
- توضح مكان حساس حرارة ماء التبريد حساس طرفين وحساس طرف واحد، الاول للفصل كثيرموستات والتانى انالوج لبيان درجة الحرارة

تتبع دخل الهواء من الفلتر الى الشاحن التوربينى وستجد خرج الهواء من الشاحن التوربينى ذاهب الى بلوك بجانب السلندرات حيث يبرد بمبادل مع ماء التبريد (فى انواع خرج الهواء من الشاحن التوربينى يذهب للرادياتير لتبريده قبل دخوله على السلندرات)



صورة توضح حساس حرارة ماء التبريد وشاحن البطاريات (مولد ال alternator) وهو مولد تيار متردد ثلاثى الاوجه بقنطرة توحيد دوارة والخرج طرف موجب لشحن البطارية (والسالب عبر جسم المولد) والطرف الموجب الاخر من البطارية لتغذية ملفات مجال المولد)



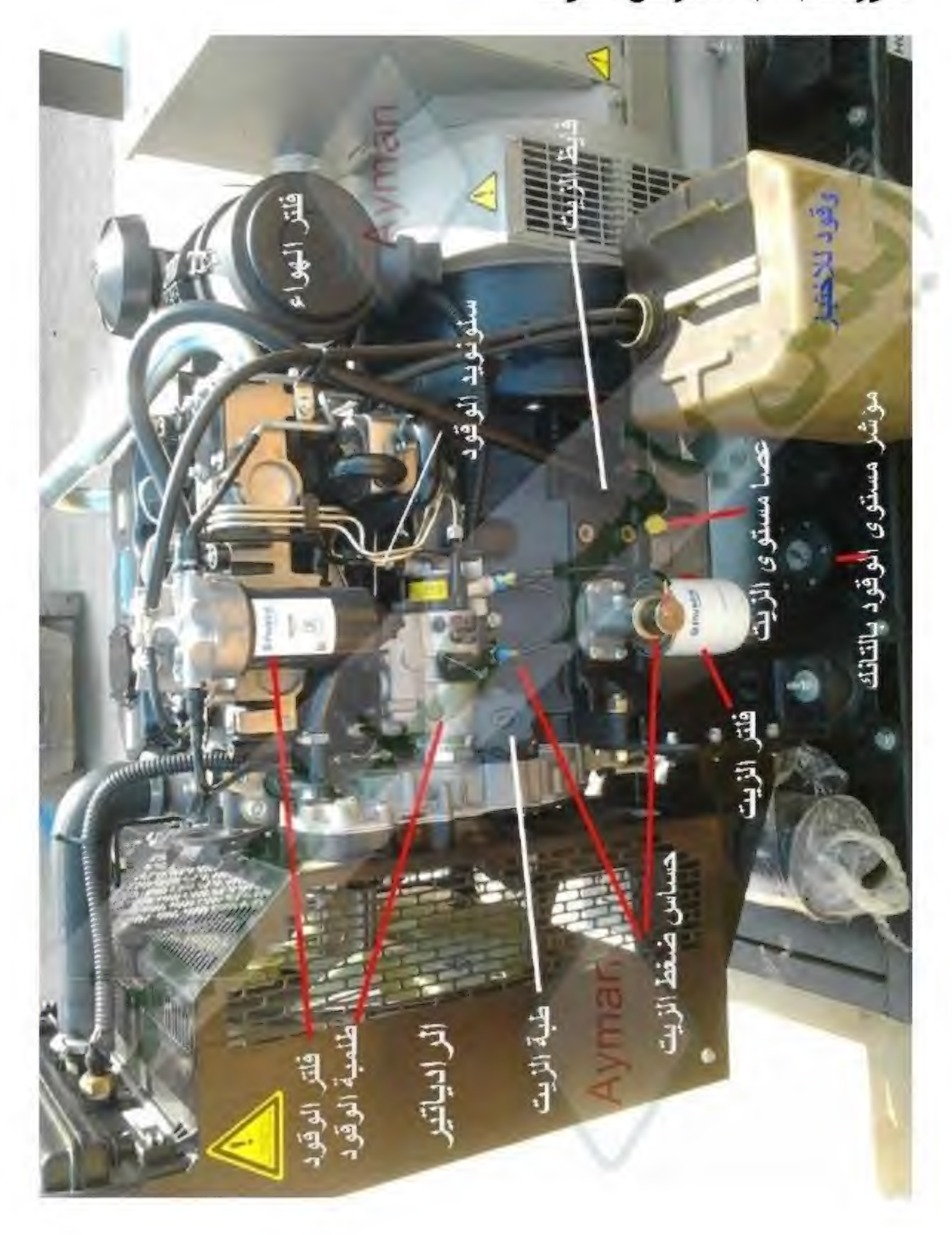
صورة توضح محرك البدء (المارش) والسلونويد وريلاى البدء
محرك البدء موصل اليه كابل اسود وهو سالب البطارية وكابل موجب من كونتاكت السلونويد
ريلاى البدء هو ريلاى بكونتاكت واحد يصل تغذية للسلونويد ليعمل السلونويد
موجب البطارية وهو الكابل الاحمر متصل بكونتاكت السلونويد فبتلقيط السلونويد يعشق ترس البونيون اى يربط المحرك بالترس وايضا يصل موجب البطارية الى محرك البدء فيعمل



نفس الصورة السابقة بدون اسامى المكونات من المفترض انك تستطيع الان معرفة اسامى المكونات وان لم تستطع عد للرسومات السابقة مرة اخرى



صورة للجانب الاخر من المولد



صورة توضح فلتر الزيت وعصا بيان مستوى الزيت وحساس مستوى الزيت



صورة عصا بيان مستوى الزيت



نفس الصورة السابقة بدون اسامى المكونات من المفترض انك تستطيع الان معرفة اسامى المكونات وان لم تستطع عد للرسومات السابقة مرة اخرى



المثال الثانى صور توضح مكونات وحدة توليد مكونة من ديزل باركينز (موديل مختلف عن السابق) ومولد ستامفورد



صورة توضح دائرة الهواء
يدخل الهواء الى الشاحن التوربينى فيخرج ساخنا بفعل حرارة العادم ويذهب الى الرادياتير لتبريده ثم يدخل على السلندرات
عادم السلندرات يستخدم لادارة الشاحن التوربينى لضغط الهواء ثم يخرج العادم عبر المدخنة
فتحة المدخنة مغلقة بغطاء احمر لان المولد لم يتم تركيبة بعد واكيد بعد التركيب سيفتح الغطاء وتركب وصلة مرنة لتربط بين فتحة العادم بالديزل وماسورة العادم عند العميل....



صورة توضح الرادياتير
لاحظ انه مقسوم الى نصفين
النصف الاكبر لتبريد ماء التبريد
النصف الاصغر لتبريد الهواء الساخن القادم من الشاحن التوربينى



صورة توضح فايظ الماء



صورة توضح حساس مستوى الماء



صورة توضح حساس حرارة الماء وشاحن البطاريات



نفس الصورة السابقة بدون اسامى المكونات من المفترض انك تستطيع الان معرفة اسامى المكونات وان لم تستطع عد للرسومات السابقة مرة اخرى



صورة للجانب الاخر من المولد



صورة توضح فاصل ماء الوقود وفلتر الزيت وحساس ضغط الزيت وحساس السرعة



صورة توضح الجفرنر الالكتروني



صورة توضح سوكت السخانات



صورة توضح ريلاى البدء



نفس الصورة السابقة بدون اسامى المكونات من المفترض انك تستطيع الان معرفة اسامى المكونات وان لم تستطع عد للرسومات السابقة مرة اخرى



المثال الثالث: صور اخرى لمولد ستامغورد وديزل باركينز



صورة توضح موديل الديزل



صورة توضح مولد شحن البطارية
لاحظ ان المولد به طرفين فقط
طرف موجب لشحن البطارية (خرج المولد)
طرف موجب من البطارية لتغذية مجال المولد عبر الفرش الكربونية
وسالب خرج المولد وسالب البطارية موصلين بجسم المولد



صور توضح بادىء الديزل وهو عبارة عن محرك بدء وسلونويد بدء وريلاى البدء
لوحة التحكم تعطى اشارة لتشغيل كويل ريلاى البدء فيغلق نقطته فيصل موجب البطارية لكويل السلونويد فيغلق الكونتاكت الخاص به فيصل موجب البطارية لمحرك البدء
سالب البطارية موصل مباشرة بمحرك البدء وموصل كابل بنفس النقطة لتوصيل السالب لجسم الديزل وطرف اسمر لتوصيل السالب للوحة التحكم
موجب البطارية موصل لطرف كونتاكت السلونويد وطرف الكونتاكت الاخر موصل مباشرة بمحرك البدء
موصل بموجب البطارية ايضا طرف اسمر لكونتاكت ريلاى البدء وطرفين سلك احمر للوحة التحكم
طرف كونتاكت ريلاى البدء موصل بموجب البطارية كما اوضحنا والطرف الاخر للكونتاكت موصل بكويل سلونويد البدء (الطرف الاخر للكويل سالب عبر جسم السلونويد)
طرف كويل ريلاى البدء موصل بسلك احمر من لوحة التحكم والطرف الاخر سالب عبر جسم الريلاى




الطرف الاول موجب البطارية
الطرف الثانى تشغيل السلونويد
طرفى كونتاكت ريلاى البدء
Ayman
موجب البطارية
طرف كونتاكت السلونويد والطرف الاخر


سالب البطارية
موصل بموتور البدء
Ayman
موجب البطارية
طرف موصل سالب البطارية بجسم الموتور


كويل السلونويد
طرفى كونتاكت السلونويد
موتور البدء
السلونويد
Ayman
كابل الموتور
بكونتاكت السلونويد
موجب



صورة توضح فلتر الهواء





فى حالة سدد الفلتر يزيد قوة السحب بالتالى تتغلب على السوتسة بداخل مؤشر البيان وتجذب جزء احمر لاسفل يمكن رؤيته عبر الجزء الشفاف بالمؤشر لبيان سدد الفلتر



الراد ياتير



صورة توضح مواسير ماء التبريد والهواء



صورة توضح سلونويد الوقود وطلمبة الوقود وعصا بيان مسوى الزيت



صورة توضح فلاتر الوقود والزيت



صورة توضح حساس السرعة



نفس الصورة السابقة بدون اسامى المكونات من المفترض انك تستطيع الان معرفة اسامى المكونات وان لم تستطع عد للرسومات السابقة مرة اخرى



المثال الرابع:



صورة توضح مجموعة البدء من محرك البدء والسـلونويد



ريلاى البدء



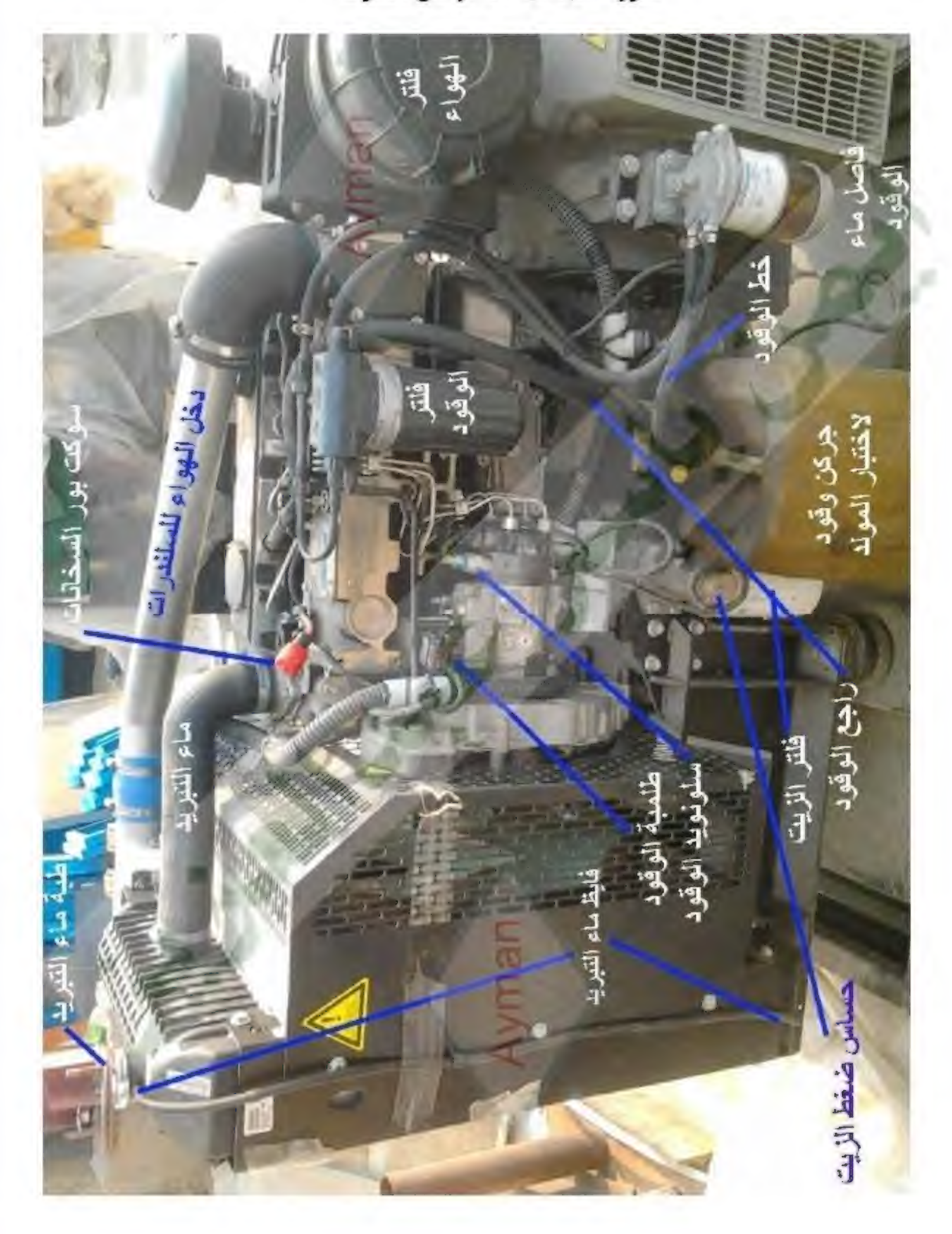
صورة توضح الشاحن التوربينى عن قرب



نفس الصورة السابقة بدون اسامى المكونات من المفترض انك تستطيع الان معرفة اسامى المكونات وان لم تستطع عد للرسومات السابقة مرة اخرى



صورة للجانب الاخر من المولد



صورة توضح سخانات الوقود



نفس الصورة السابقة بدون اسامى المكونات من المفترض انك تستطيع الان معرفة اسامى المكونات وان لم تستطع عد للرسومات السابقة مرة اخرى



المثال الخامس: مجموعة توليد عبارة عن ديزل كمينز ومولد ستامفورد بداخل حاوية عازلة للصوت



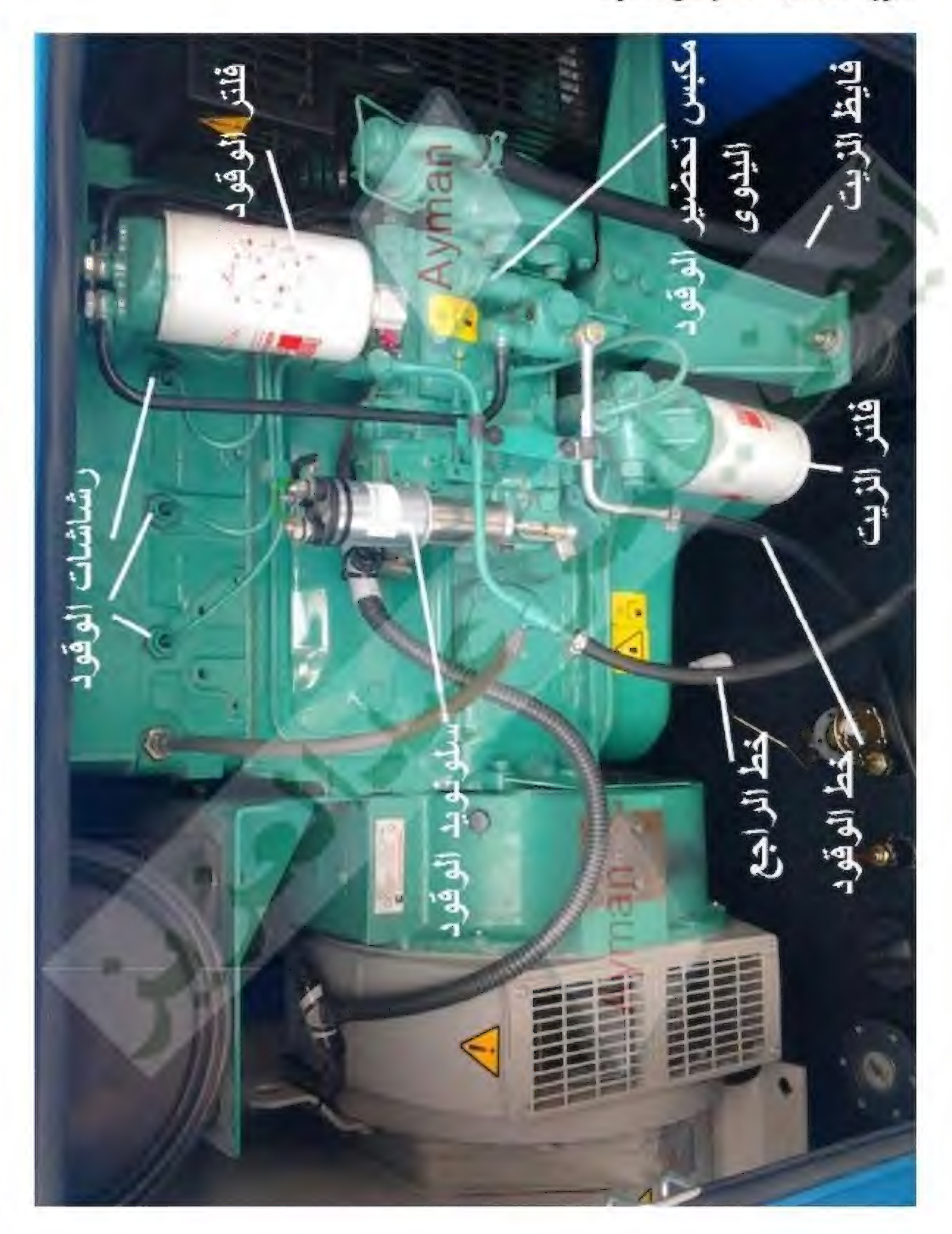
صورة توضح بادىء الديزل عن قرب



نفس الصورة السابقة بدون اسامى المكونات من المفترض انك تستطيع الان معرفة اسامى المكونات وان لم تستطع عد للرسومات السابقة مرة اخرى



صورة للجانب الاخر من المولد



صورة توضح طلمبة تحضير الوقود يدوى
حيث تقوم بفك مكبس الطلمبة بلفه عكس عقارب الساعة ثم استخدامه كمكبس بضغطه للاسفل ثم سحبه للاعلى بصورة متكررة حتى يتم سحب الوقود الى الطلمبة حتى لا تاخذ هواء



صورة توضح طلمبة الوقود والاكتيواتور الالكترومغناطيسى المتصل بذراع الطلمبة للحصول على اعلى وقود او اقل وقود من الطلمبة



صورة توضح طبة ملىء خزان الوقود ومؤشر مستوى الخزان وخط سحب الوقود وخط الراجع



صورة توضح عوامة حساس المستوى وهى عبارة عن عوامة تغير من قيمة مقاومة متغيرة بارتفاع او انخفاض العوامة وتوصل بشاشة التحكم لقراءة مستوى الوقود على الشاشة لبرمجة انزار انخفاض المستوى عند انخفاضه على قيمة معينة على الشاشة



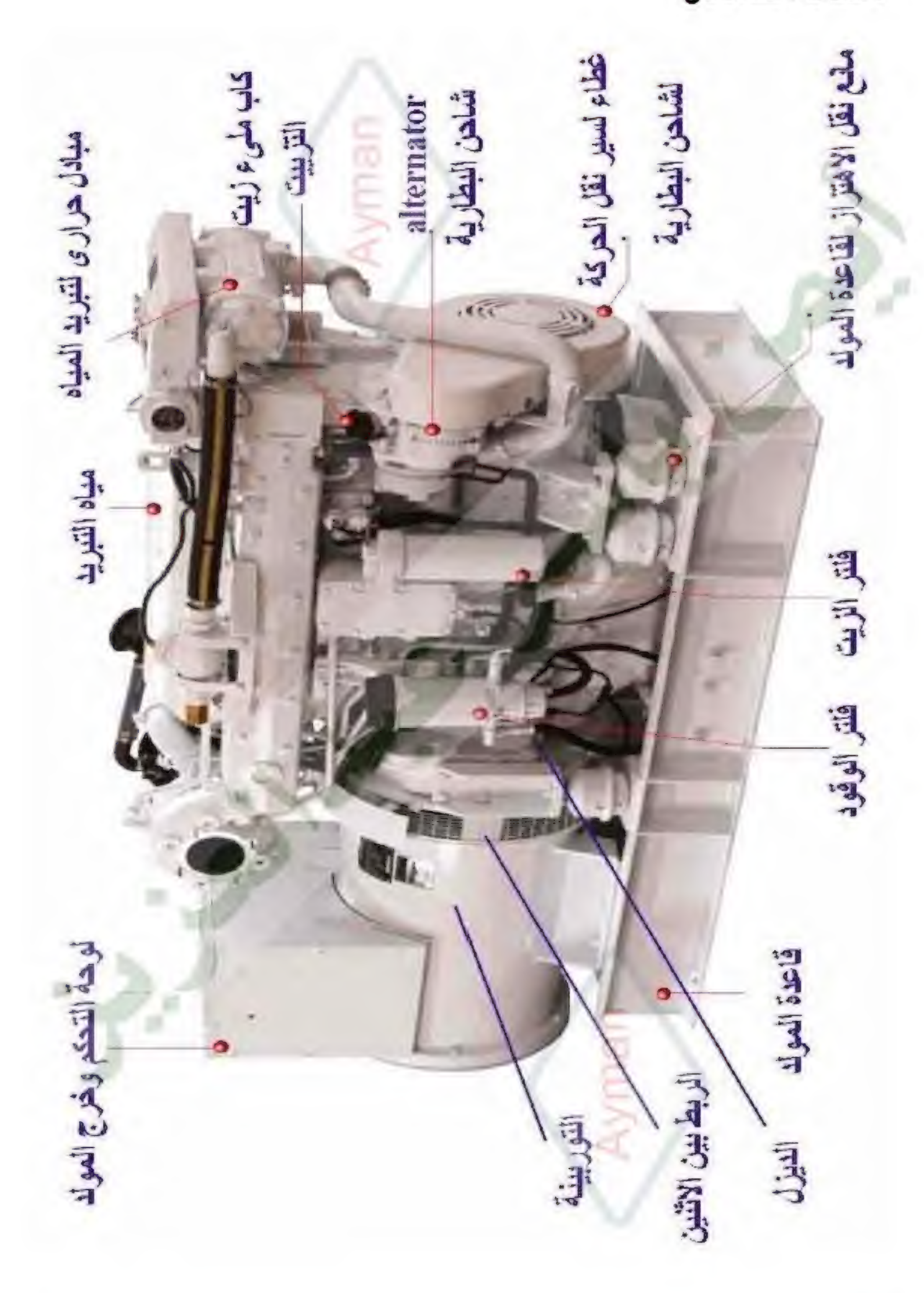
مكان تركيب حساس السرعة



نفس الصورة السابقة بدون اسامى المكونات من المفترض انك تستطيع الان معرفة اسامى المكونات وان لم تستطع عد للرسومات السابقة مرة اخرى



المثال السادس



صورة للجانب الاخر



المثال السابع



حاوية المولد

تصنع الحاوية من الصلب وفى الاماكن الساحلية او الاماكن حيث تتعرض الحديد للتاكل تصنع من الالومونيوم ، وتقوم الحاوية باداء وظيفتين الاولى هى حماية المولد من الظروف الجوية والثانية هى عزل الصوت ،وتعتمد مقاسات الحاوية على مقاسات المولد ودرجة عزل الصوت المطلوبة

تزود الحاوية بفتحة للعادم او المدخنة مزودة بمخفض للصوت silencer
تزود بفتحة تهوية للرادياتير
تزود بفتحة تهوية لدخول الهواء للمولد
تزود بابواب تسهل الوصول للاجزاء المولد والديزل



عزل الصوت

يتم عزل صوت المولد بوضعه داخل حاوية حجمها اكيد اكبر من حجم المولد وبها فتحات لدخول الهواء وجدران الحاوية بها براويز توضع بها الواح الصوف الزجاجى العازلة للصوت ويوضع فوقها شبك للحفاظ على الصوف الزجاجى ولمنع ملامسته الاشخاص لانه مضر للجلد وللجهاز التنفسى
توجد حاوية لعزل الصوت حتى ٧٥ ديسيبل، وحاوية اخرى اكبر حجما تعزل الصوت حتى ٦٥ ديسيبل ويقاس شدة الضوضاء على بعد ٧ متر من وحدة التوليد

صورة للالواح الصوف الزجاجى العازلة للصوت



صورة عن قرب



عند التعامل مع الصوف الزجاجى يجب استخدام قفازات فى الايدى ويفضل استخدام ايضا كمامة للانف لان الصوف الزجاجى يسبب حساسية للجلد وللجهاز التنفسى



الصوف الزجاجى دارج لدى الاطفال باسم "بودرة العفاريت! "حيث يقوم الطفل باخذ قطعة من الصوف الزجاجى (شبه السفنج ولكن بيتفرول لو فركته بايدك – وهيسببلك حساسية بالطبع!) ويقوم بوضعه فى يد او " قفا" زميله العزيز فيصاب بالحكة والرغبة فى الهرش على الفور !!!



ممكن حد يسئل منين بيجيب الطفل الصوف الزجاجى؟؟ اقولك يكون ليه قريب صنايعى يعمل فى مجال العزل فيجيبله قطعة من الصوف ويخبره بكيفية عمل المقلب فى زمايله على سبيل المرح!!!!!!!!!!!!!
اكيد مش بقول الكلام ده لانى بشجع كده لكن للاشارة فقط من باب التحذير والنصح..



صورة للحاوية تحت التصنيع توضح البراويز



تم وضع الواح الصوف الزجاجى بالبراويز



صورة توضح الواح عزل الصوت بالحاوية وفتحة دخول الهواء



صورة اخرى توضح عزل الصوت
جدران الحاوية عبارة عن براويز حديد يتم وضع الواح الصوف الزجاجى بداخل البراوز ووضع شبك من الصاج فوقها لتثبيتها واخفائها لانها تسبب حساسية للجلد ومضرة للجهاز التنفسى



صورة لحاوية نهائية

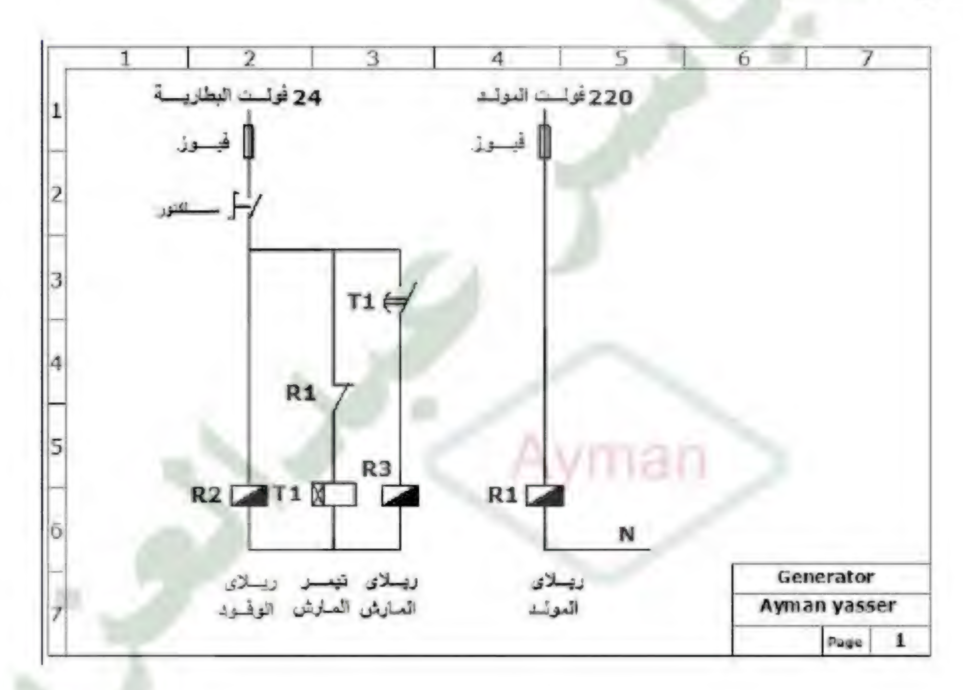


الفصل السادس
التحكم فى الديزل

التحكم التقليدى فى الديزل

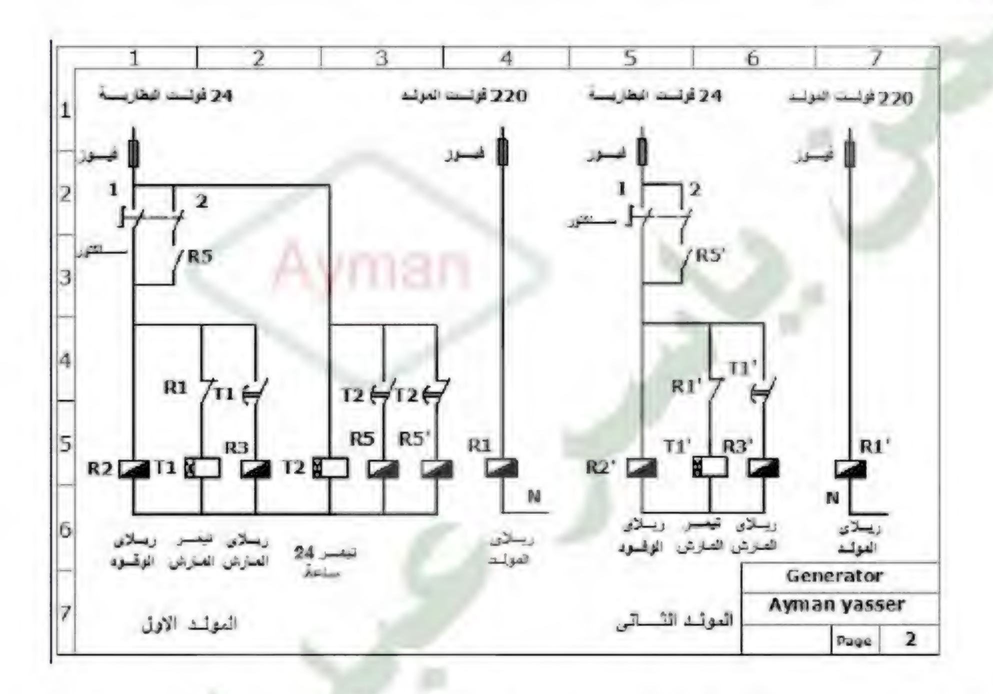
الدائرة الاولى

ابسط دائرة تحكم فى الديزل على الاطلاق
بمجرد توصيل مفتاح تشغيل الديزل
يعمل الريلاى R2 والذى يقم بفتح صمام الوقود وتشغيل طلمبة الوقود ان وجدت!
يعمل التيمر T1 وهو فلاشر تيمر يعمل لمدة ٥ ثوانى ويفصل لمدة ١٠ ثوانى بالتالى يغلق نقطته المفتوحة فيعمل المارش ايضا لمدة ٥ ثوانى ويفصل ١٠ ثوانى
اذا بدء الديزل سيتولد جهد كافى على خرج المولد لتشغيل الريلاى R1 والذى يقوم بفصل تيمر المارش بالتالى يتم فصل المارش
اذا فشل الديزل فى البدء لعدد معين من المحاولات ولتكن ٣ محاولات سيفصل الفلاشر تيمر



الدائرة الثانية

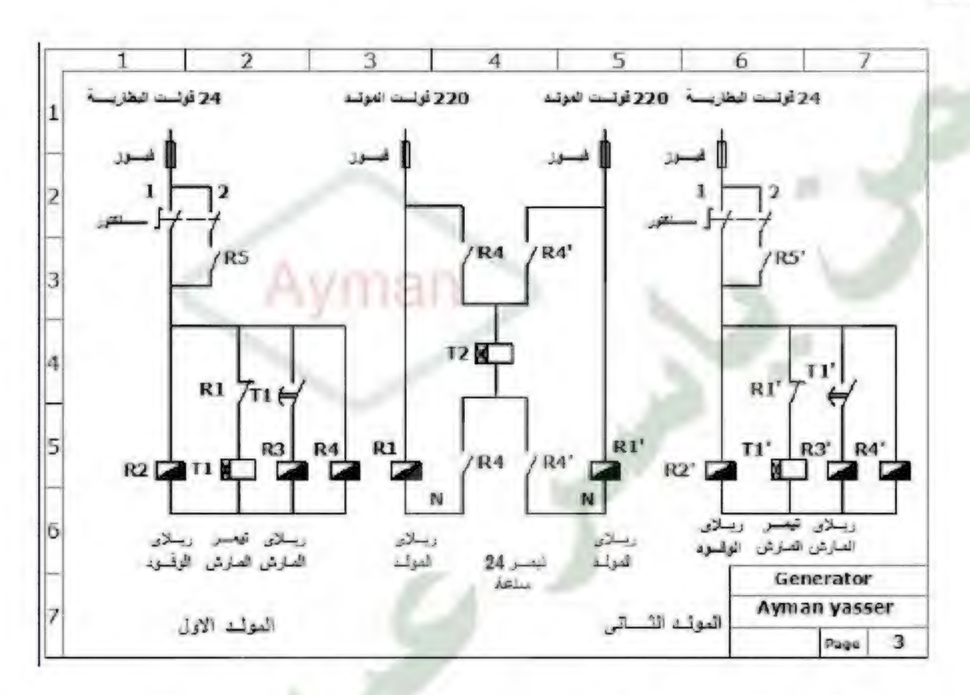
دائرة التحويل الياً بين مولديين باستخدام مؤقت زمنى ٢٤ ساعة
يتم استخدام مؤقت زمنى ٢٤ ساعة T2،سيعكس نقاطه لمدة ١٢ ساعة ثم سيفصل ١٢ ساعة
تستخدم نقطة مفتوحة من المؤقت T2 لتشغيل ريلاى R5 لتشغيل المولد الاول ألياً
تستخدم نقطة مغلقة من المؤقت T2 لتشغيل ريلاى R5' لتشغيل المولد الثانى ألياً



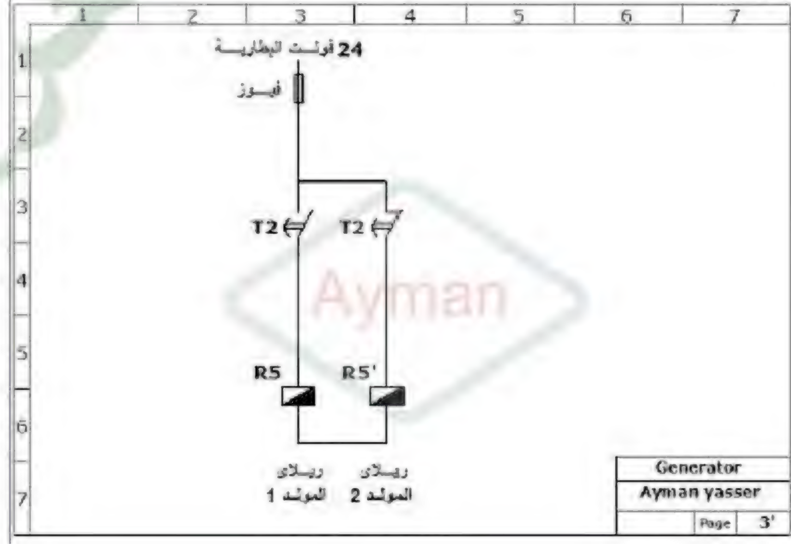
اذا كان سلكتور كل مولد فى الوضع ٢ فسيعمل كل مولد ١٢ ساعة ويفصل ١٢ ساعة بالتناوب
اذا كان سلكتور اى مولد على الوضع ١ ، فسيعمل يدوياً وباستمرار حتى فصله من السلكتور

الدائرة الثالثة

نفس الدائرة السابقة لكن المؤقت الزمنى يعمل بـ ٢٢٠ فولت
تم اضافة ريلاى R4 يعمل مع المولد لتوصيل ٢٢٠ فولت الى المؤقت الزمنى T2
يصل تغذية للمؤقت الزمنى T2 من المولد الاول عبر الريلاى R4 ومن المولد الثانى عبر الريلاى R4′ ، ايا كان المولد الذى يعمل فسيقوم بتغذية المؤقت الزمنى

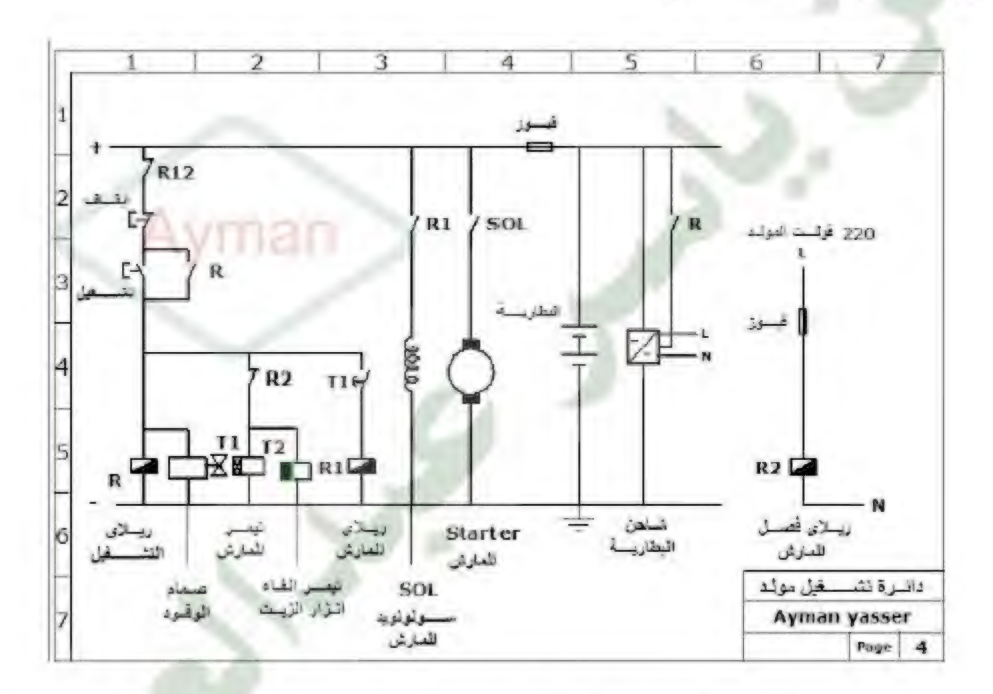


تقوم نقطة مفتوحة من المؤقت بتشغيل الريلاى R5 المسؤل عن تشغيل المولد الاول اليا
تقوم نقطة مغلقة من المؤقت بتشغيل الريلاى R5′ المسؤل عن تشغيل المولد الثانى اليا



الدائرة الرابعة

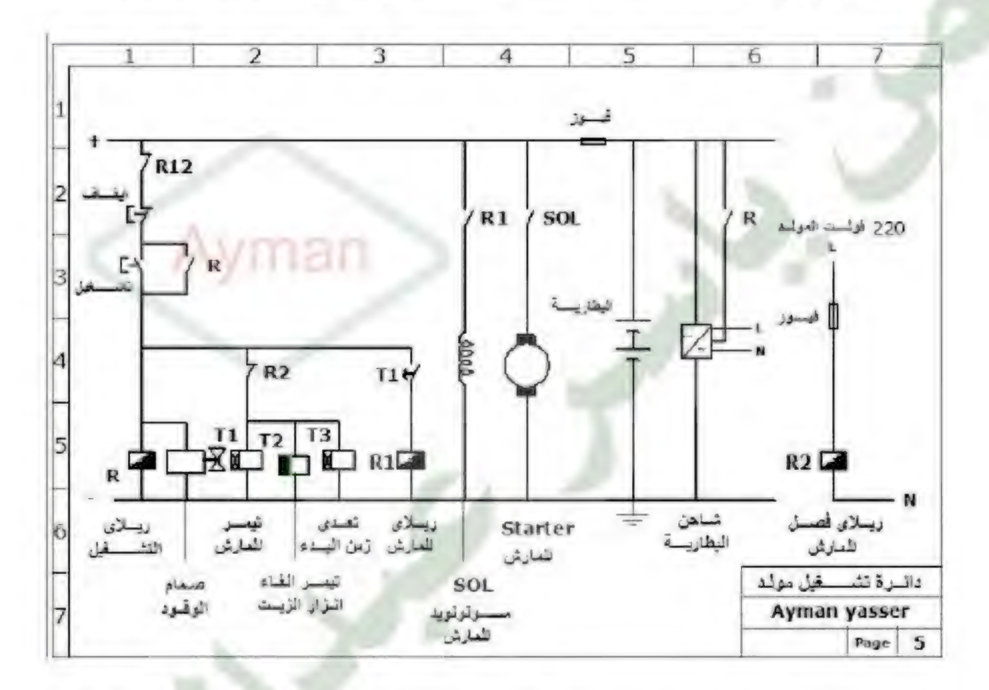
نفس الدائرة الاولى لكن باستخدام مفتاح لحظى للتشغيل ومفاتح لحظى للايقاف
بالضغط على مفتاح التشغيل يعمل الريلاى R وتغلق نقطته المفتوحة الموازية لمفتاح التشغيل ، بالتالى بعد رفع الاصبع عن المفتاح يظل الريلاى يعمل بفضل نقطة التعويض
يعمل الريلاى R يفتح ايضا صمام الوقود الموصل توازى مع الريلاى كالعادة يعمل فلاشر تيمر T1 لمدة ٥ ثوانى ويفصل ١٠ ثوانى
بالتالى يعمل الريلاى R1 لمدة ٥ ثوانى ويفصل ١٠ ثوانى بالتالى يعمل سلونويد المارش ٥ ثوانى ويفصل ١٠ ثوانى بالتالى يعمل المارش ٥ ثوانى ويفصل ١٠ ثوانى خخخخخ



اذا بدء الديزل سيعمل الريلاى R2 والذى يفصل الفلاشر تيمر بالتالى يفصل المارش...
هناك مؤقت زمنى T2 off delay يستخدم للالغاء انزار ضغط الزيت اثناء البدء (حيث يكون ضغط الزيت منخفض اثناء البدء..)
اثناء بدء الديزل اى ان الريلاى R2 لايعمل يصل تغذية للمؤقت الزمنى T2 فيعكس نقاطه فورا بالتالى يفتح نقطته المغلقة المتصلة توالى مع نقطة انزار الزيت (غير موجودة بهذه الدائرة)
حين يعمل الريلاى R2 يفصل الفلاشر تيمر وايضا يفصل المؤقت T2 فبعد الزمن المضبوط عليه وليكن ٣ ثوانى ثم تعود نقاطه لوضعها الطبيعى مغلق بالتالى لو كان ضغط الزيت منخفض يبظهر انزار ويفصل الديزل...
تستخدم نقطة مفتوحة من الريلاى كاشارة ايقاف لشاحن البطارية لمنع الشحن اثناء عمل المولد...

الدائرة الخامسة

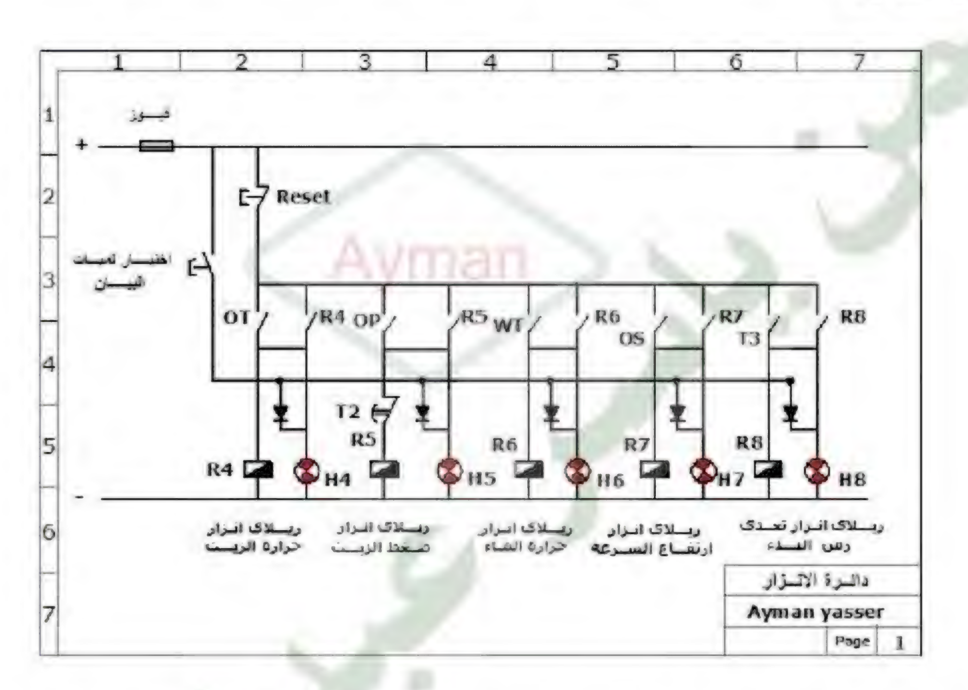
نفس الدائرة السابقة فقط تم اضافة مؤقت زمنى T3 من النوع on delay يقوم بتشغيل انزار فشل البدء اذا لم يبدء الديزل خلال زمن معين
بمجرد عمل ريلاى المولد R يصل تغذية للفلاشر تيمر فيبدء المارش وايضا للمؤقت الزمنى T3 فيبدء بعد زمن وليكن ٤٥ ثانية ، اذا نجح بدء الديزل قبل هذا الزمن سيعمل الريلاى R2 بالتالى يفصل الفلاشر تيمر وايضا المؤقت T3
اما اذا فشل البدء خلال هذا الزمن فسيغلق المؤقت T3 نقطته المفتوحة فى دائرة الانزار وستضىء لمبة فشل البدء ويعمل ريلاى الامان r12



لاحظ وجود نقطة مغلقة من ريلاى الامان R12 فى بداية دائرة التحكم لغصل الديزل فى حالة وجود اى مشكلة بالديزل

دائرة الانزار

دائرة مسؤلة عن اظهار سبب العطل للمشغل وايضا ايقاف الديزل فى حالة حدوث اى مشكلة فى
ارتفاع حرارة الزيت - انخفاض ضغط الزيت – ارتفاع حرارة ماء التبريد – زيادة سرعة الديزل – فشل البدء
تضىء لمبة انزار فى حالة حدوث اى عطب لتنبه المشغل للعطل ، ايضا يعمل ريلاى خاص بكل انزار ويقوم بتشغيل ريلاى الامان R12 والذى بدوره يفصل الديزل

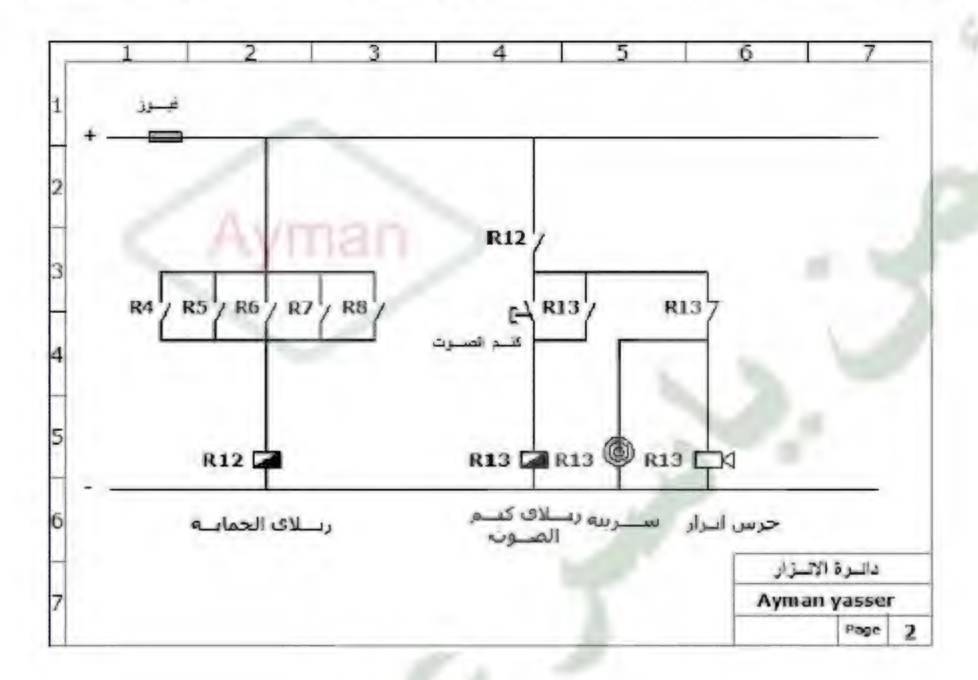


يوجد زر اختبار اللمبات والذى يصل الجهد لكل اللمبات لاختبارها للتاكد من عمل جميع اللمبات ، يقوم الزر بتوصيل جهد عبر دايود لكل لمبة لمنع ارتداد الجهد من لمبة تعمل الى اخرى لا تعمل (تسريه!)

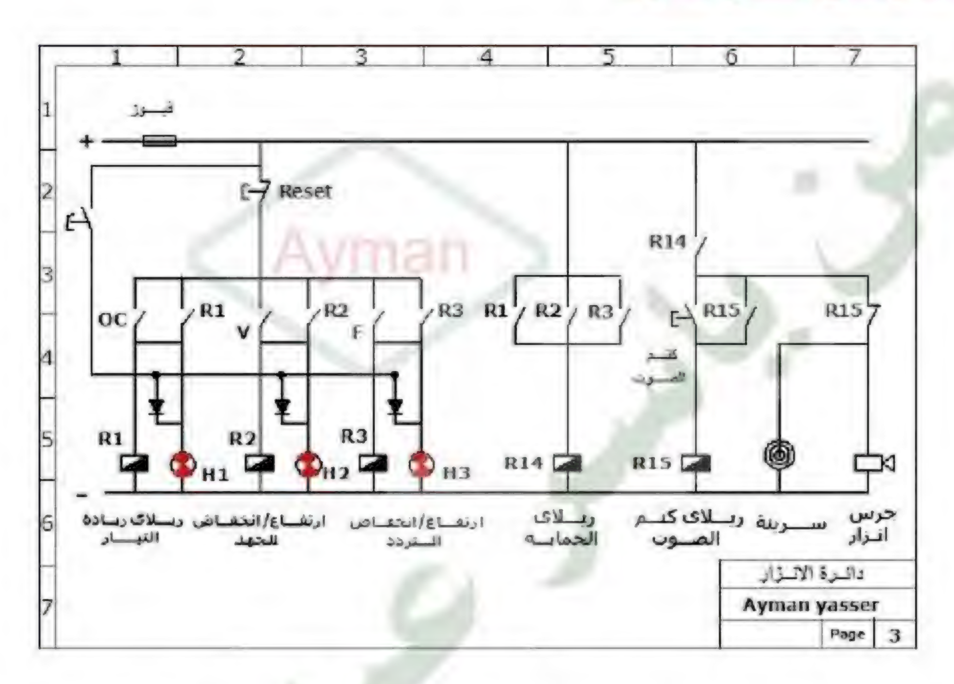
لاحظ وجود نقطة مغلقة من مؤقت الغاء انزار ضغط الزيت اثناء البدء T2 فى سكة تشغيل ريلاى ضغط الزيت R5 بهدف منع حدوث هذا الانزار اثناء البدء حتى لايعمل ريلاى الامان R12 ويتوقف الديزل قبل ان يبدء!!

بعد حل العطل يتم الضغط على زر Reset فسيفصل ريلاى العطل (ان زالت المشكلة) وتفصل لمبة البيان ويفصل ايضا ريلاى الحماية بالتالى يمكن اعادة تشغيل الديزل...

اذا عمل اى ريلاى سيعمل ريلاى الامان والذى يفصل الديزل ايضا سيعمل جرس انزار (بوق) وسرينة،
يوجد زر لفصل السرينة والانزار عن طريق تشغيل الريلاى R13 والذى يظل يعمل بفضل نقطة التعويض الموصلة توازى مع مفتاح كتم الصوت ،
وسيظل ريلاى كتم الصوت يعمل حتى زوال الخطأ اى فصل الريلاى R12

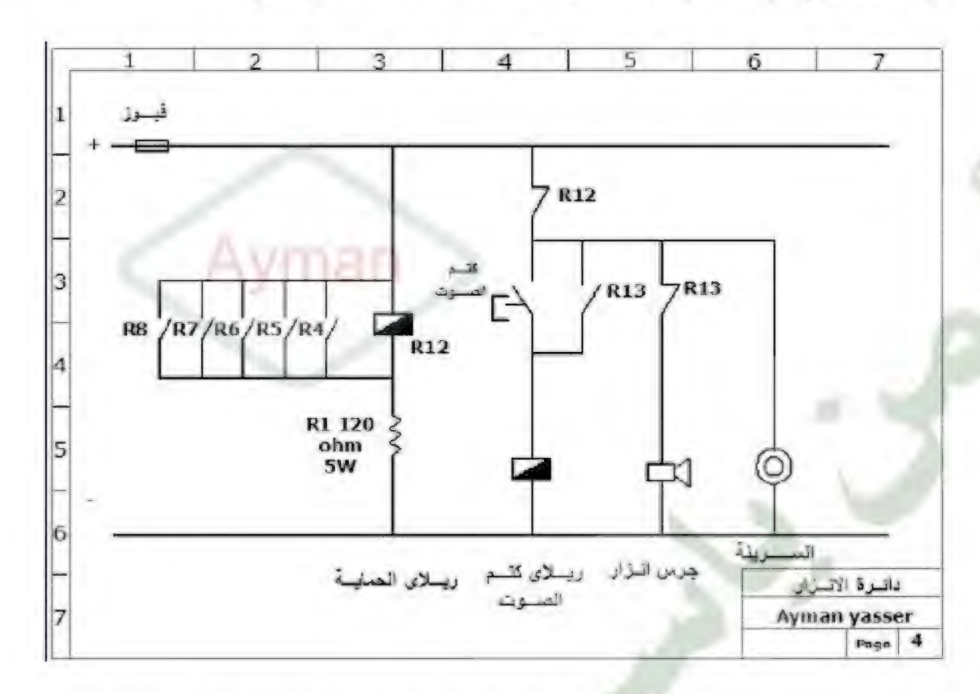


توجد ايضا حمايات كهربية للمولد من
ارتفاع/انخفاض جهد المولد
ارتفاع/انخفاض تردد المولد
زيادة تيار المولد
حيث توصل كالانزارات السابقة تماما فتضىء لمبة بيان بالمشكلة وتشغل ريلاى والذى بدوره يفعل ريلاى حماية لفصل كونتاكتور الحمل لحماية الاحمال وليس لفصل الديزل



اثناء بدء الديزل فان الجهد والتردد بصغر بالتالى يكون ريلاى الحامية R14 مفعل بالتالى يمنع تشغيل كونتاكتور الحمل
بعد بدء الديزل واستقرار الجهد والتردد يتم الضغط على reset فيفصل ريلاى الجهد والتردد بالتالى يفصل ريلاى الحامية بالتالى يدخل كونتاكتور الحمل
اثناء عمل المولد وحدوث اختلاف للجهد او التردد لاى سبب سيعمل ريلاى الحماية R14 والذى بدوره يطلق انزار وسرينة ويفصل كونتاكتور الحمل..
ويجب حل المشكلة والضغط على زر Reset ليفصل ريلاى الحماية ويعمل كونتاكتور الحمل مرة اخرى....

فى هذه الدائرة فان عمل اى ريلاى انزار سيغلق نقطته المفتوحة المتصلة توازى مع ملف او بوبينة ريلاى الامان بالتالى تفصل الريلاى



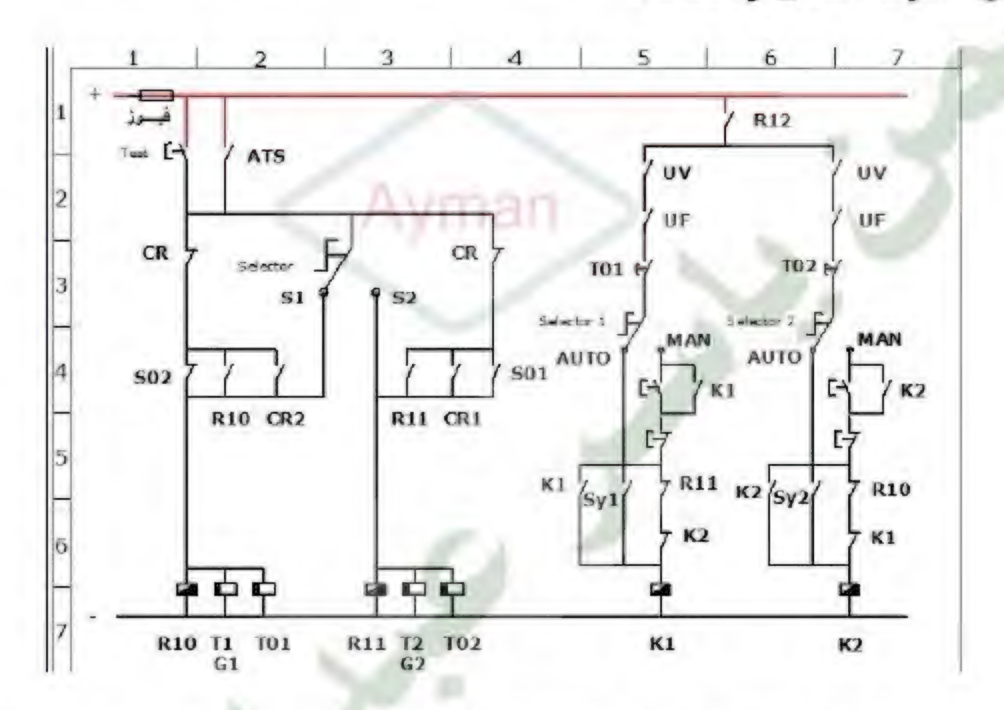
الهدف من ذلك هو استخدام نقطة مفتوحة من ريلاى الامان R12 فى سكة دائرة التحكم بدلا من النقطة المغلقة!
لما؟
حتى تضمن ان الديزل لن يعمل اذا كان ريلاى الامان R12 محترق !!
فان احترق الريلاى لن يغلق نقطته المفتوحة فى سكة دائرة التحكم ولن يبدء الديزل ، اما فى الدوائر السابقة والتى استخدمنا نقطة مغلقة من ريلاى الامان فان تلف الريلاى سيجعل الديزل يعمل ولن يفصل فى حالة حدوث اى انزار حتى خراب مالطة..........

تم توصيل مقاومة توالى مع ملف ريلاى الامان حتى لايحدث قصر على المصدر عند غلق احد ريليهات الانزار !!

دائرة تشغيل مولديين معا الياً تبعا للحمل

تقوم هذه الدائرة بتشغيل المولد الاول او الثانى (تحدد بواسطة سلكتور) يدويا بواسطة مفتاح اختبار test او الياً بواسطة نقطة من دائرة تحويل ألى ATS

وتقوم بالتحكم فى تشغيل وفصل المولد الثانى تبعا للحمل ، فاذا زاد الحمل على المولد الاول الى ٩٠% تقوم الدائرة بتشغيل المولد الثانى ألياً ، واذا انخفض احمال المولديين معا عن ٢٠% من سعتهم تقوم الدائرة بفصل المولد الثانى وهكذا...



CR ريلاى تيار الباص بار يضبط على ٢٠% من مجموع تيار المولدين

CR2-CR1 ريلاى تيار المولد الاول والتانى على الترتيب يضبطو على ٩٠% من تيار المولد (تستخدم نقطة مفتوحة من الريلاى لتشغيل المولد الاخر)

R10 ريلاى المولد الاول

T1 مؤقت زمنى Off delay ٤ دقائق لتشغيل المولد الاول

T01 مؤقت زمنى Off delay ٢٠ ثانية لتشغيل كونتاكتور حمل المولد١

R11 ريلاى المولد الثانى

T2 مؤقت زمنى Off delay ٤ دقائق لتشغيل المولد الثانى

T02 مؤقت زمنى Off delay ٢٠ ثانية لتشغيل كونتاكتور حمل المولد٢

K1-K2 كونتاكتور المولد الاول والتانى على الترتيب

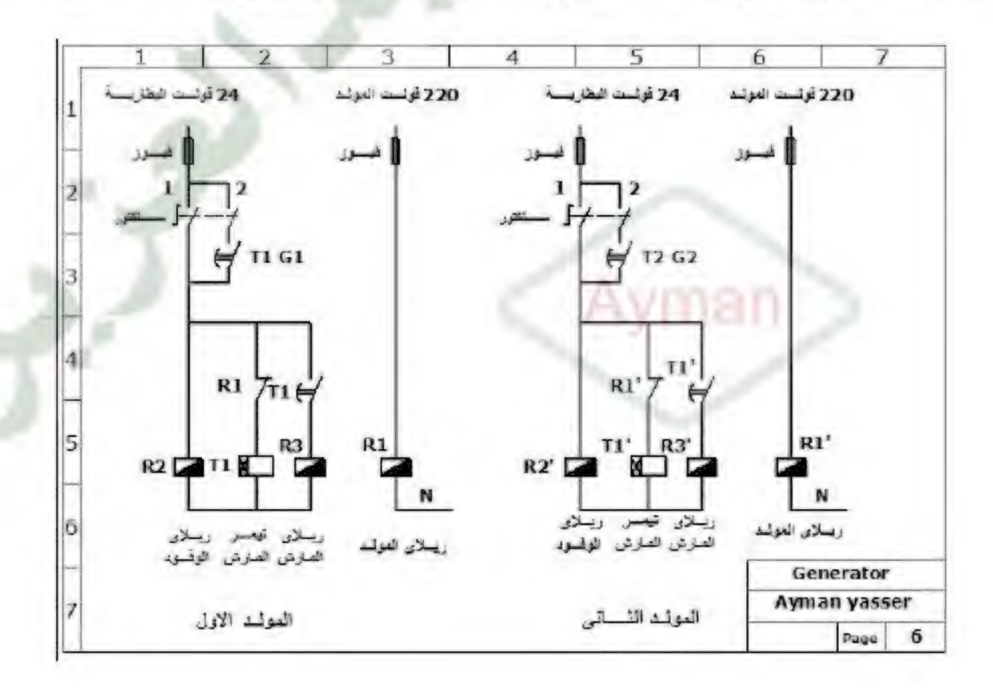
Sy1-sy2 كونتاكت ريلاى تزامن المولد الاول والتانى على الترتيب

R12 ريلاى الانزار لو مفيش انزار هيبقى شغال بالتالى يغلق نقطته المفتوحة

Selector سلكتور تحديد اى المولدين سيبدء اولا
السلكتور وضعين يمين وشمال،فى كل وضع نقطتين (نقطة مفتوحة واخرى مغلقة

- السلكتور على وضع يمين النقطة المفتوحة S2 تصبح مغلقة والنقطة المغلقة S02 تصبح مفتوحة والمولد الثانى يعمل اولاً
- السلكتور على وضع شمال النقطة مفتوحة S1 تصبح مغلقة والنقطة المغلقة S01 تصبح مفتوحة والمولد الاول يعمل اولاً (فى الرسم السلكتور على وضع شمال)

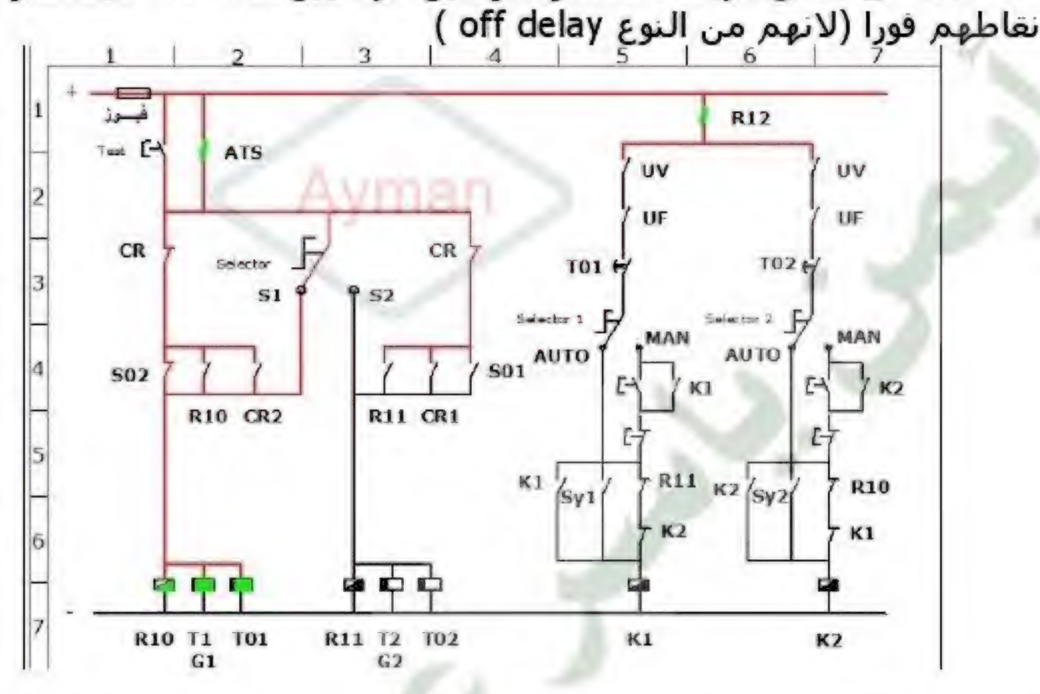
دائرة تشغيل المولد الاول والثانى
كل مولد له سلكتور ٣ وضع
الوضع صفر المولد مفصول
الوضع ١ التشغيل اليدوى حيث تغلق النقطة رقم ١ ويعمل المولد يدوياً
الوضع ٢ التشغيل الألى حيث تغلق النقطة رقم ٢ ويعمل المولد ألياً بواسطة نقطة مفتوحة من المؤقت الزمنى رقم T1 للمولد الاول و T2 للمولد الثانى وهذه المؤقتات الزمنية موجودة بالدائرة السابقة
مع العلم ان المؤقتات بالدائرة السابقة هى من النوع off delay بالتالى حينما تعمل تعكس نقطتها المفتوحة ويعمل المولد وحين تفصل تعد الزمن المضبوط عليها (٤ دقائق) ثم تفصل بعد هذا الزمن فتعود النقطة مفتوحة فيتوقف المولد والسبب واضح وهو تأخير فصل المولد ٤ دقائق لتبريده (حتى يعمل بدون حمل لزمن ٤ دقائق الا ٢٠ ثانية لكى يبرد)
سبب ال ٢٠ ثانية هو ان كونتاكتور الحمل به زمن تأخير فصل ٢٠ ث ...



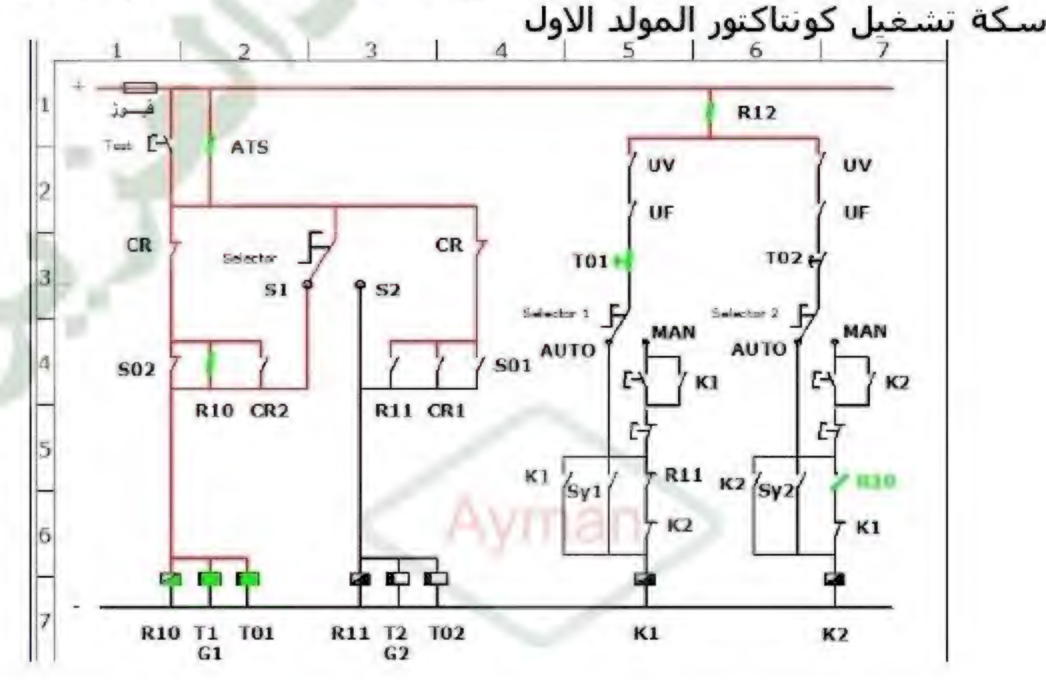
شرح عمل الدائرة

تقوم دائرة التحويل الألى ATS بغلق النقطة المفتوحة بدائرة التحكم بالمولديين عند انقطاع التيار

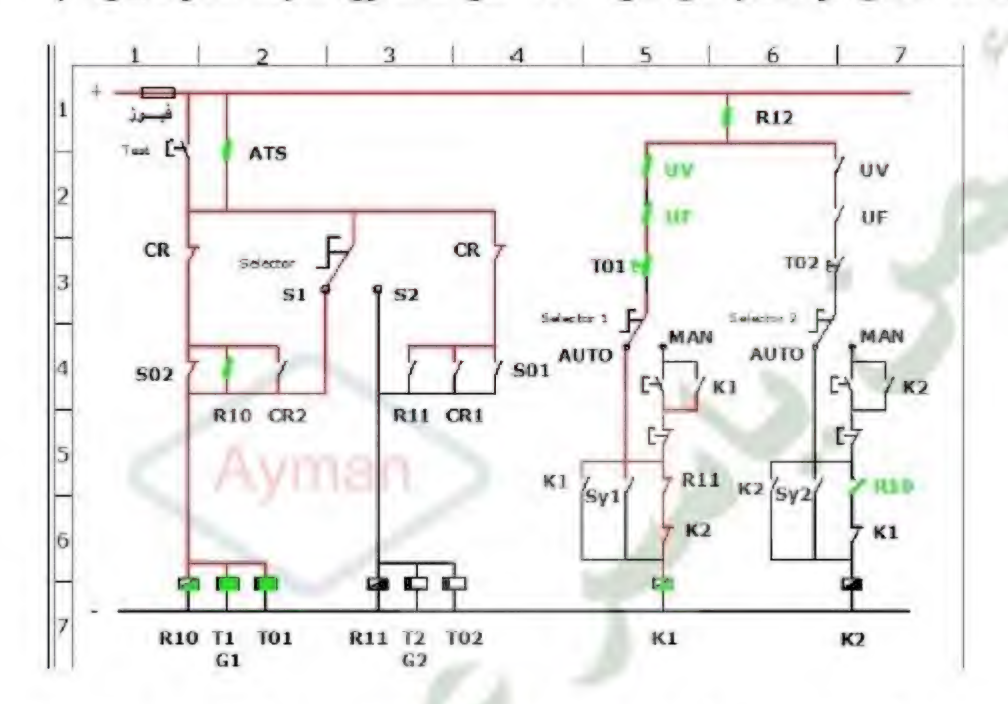
يصل جهد لمجوعة تشغيل المولد الاول عبر نقطة ATS ونقطة السلكتور S1 ، بالتالى يعمل الريلاى R10 والمؤقتين الزمنيينT01 -T1 فيعكسوا نقاطهم فورا (لانهم من النوع off delay)



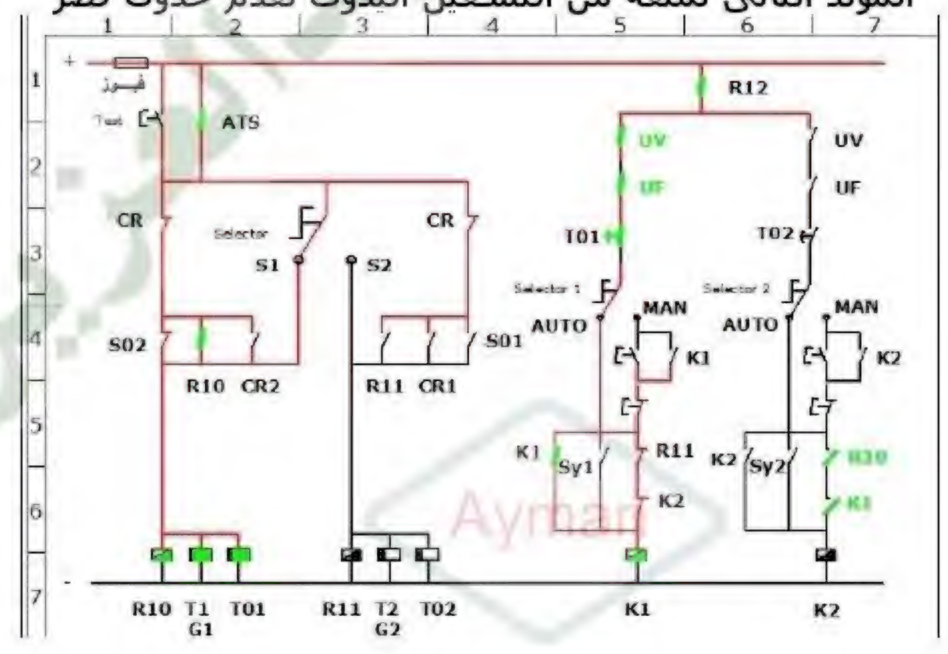
اغلق الريلاى النقطة المفتوحة R10 كنقطة تعويض وفتح النقطة المغلقة فى سكة تشغيل كونتاكتور K2، واغلق المؤقت T1 النقطة المفتوحة فى سكة تشغيل المولد الاول ، واغلق المؤقت T01 النقطة المفتوحة فى سكة تشغيل كونتاكتور المولد الاول



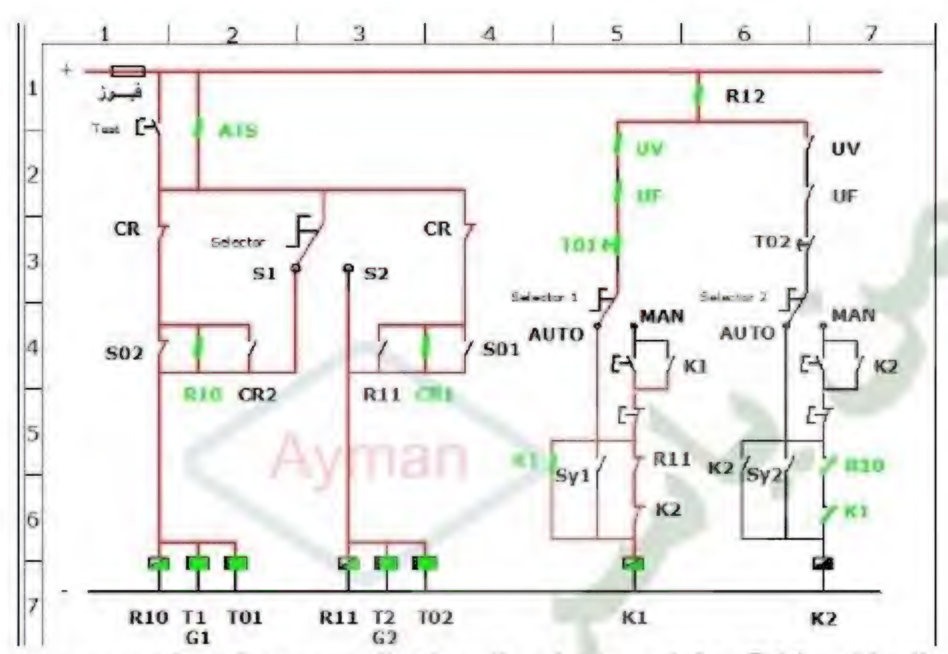
بعد عمل المولد وثبات الجهد والتردد يغلق ريلاى الجهد نقطته المفتوحة ، ويغلق ايضا ريلاى التردد نقطته المفتوحة بالتالى يعمل كونتاكتور حمل المولد الاول K1
ملحوظة: النقطة CR المغلقة يجب ان تكون مفتوحة لانه لايوجد تيار بالباص (الريلاى يعمل لو التيار اقل من ٢٠% من مجموع تيارى المولديين...)



بعمل كونتاكتور حمل المولد الاول K1 يعكس نقاطه فيغلق النقطة المفتوحة كنقطة تعويض ويفتح النقطة المغلقة فى سكة تشغيل كونتاكتور المولد الثانى لمنعه من التشغيل اليدوى لعدم حدوث قصر



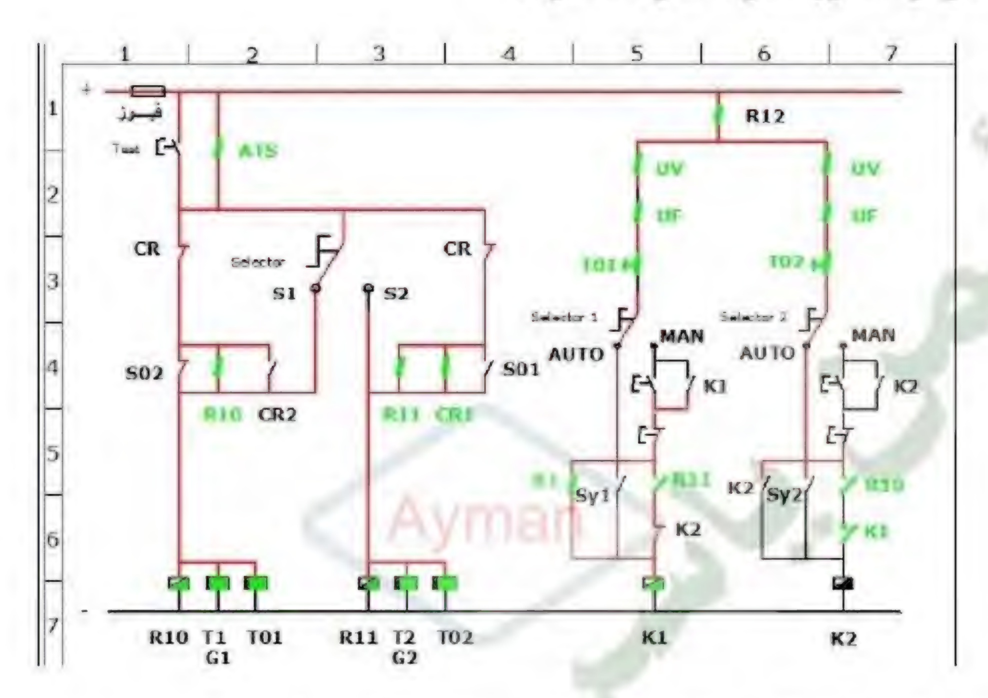
فى حالة ارتفاع تيار المولد الاول الى ٩٠% سيغلق الريلاى CR1 نقطته المفتوحة فى سكة تشغيل مجموعة التوليد الثانية
فتصل جهد الى ريلاى المولد الثانى فيعمل وايضا الى مؤقت المولد الثانى ومؤقت كونتاكتور المولد الثانى T2-T02



يعكس الريلاى R11 نقاطه ، فيغلق النقطة المفتوحة كنقطة تعويض، ويفتح النقطة المغلقة فى سكة تشغيل كونتاكتور المولد الاول (ويظل يعمل ايضا بفضل نقطة التعويض)
يعكس المؤقت T2 نقطته فيبدء تشغيل المولد الثانى ، ويعكس المؤقت T01 نقطته فيغلق النقطة المفتوحة فى سكة تشغيل الكونتاكتور K2 لكنه لن يعمل لان ريلاى الحماية الخاص بالجهد والتردد لم يغلقا نقاطهم بعد...

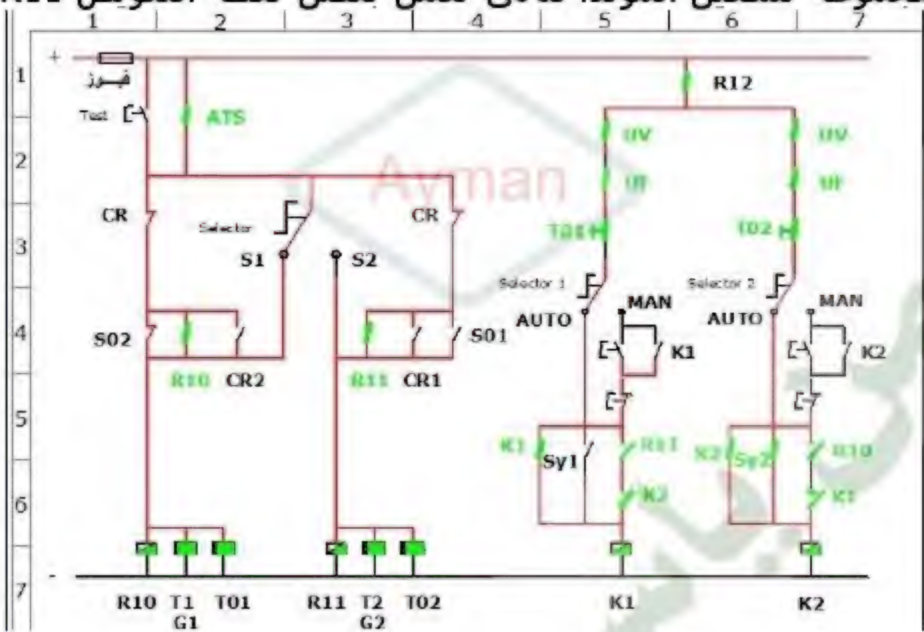


بعد عمل المولد الثانى ووصول الجهد والتردد للقيم المقننة يغلق ريلاى حماية الجهد والتردد نقاطهم ، لكن الكونتاكتور K2 يظل مفصول لان نقاط ريلاى وكونتاكتور المولد الاول مفتوحة

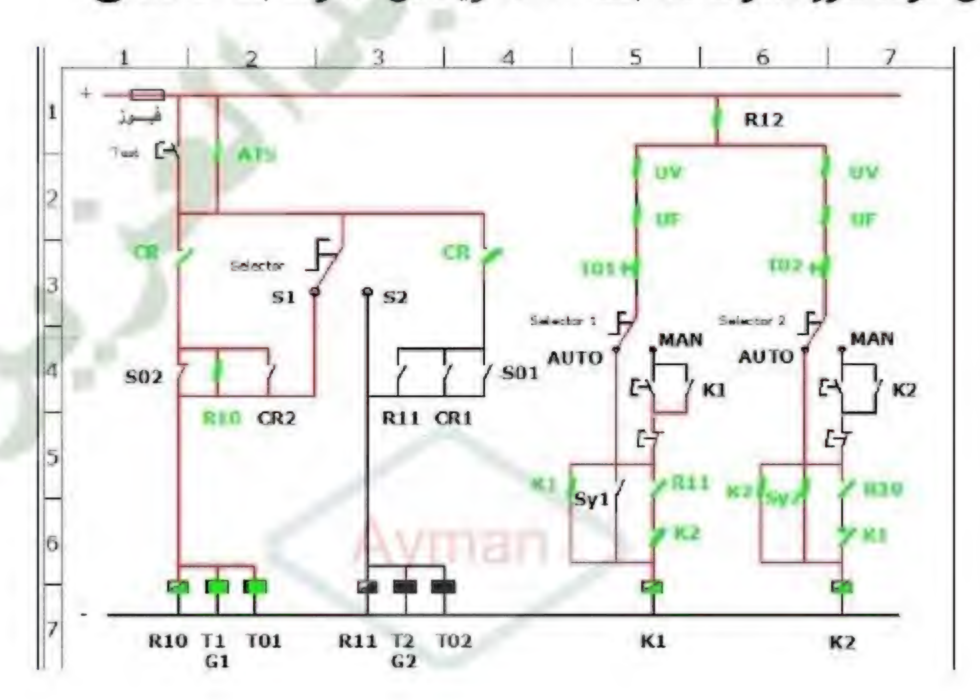


لكى يعمل الكونتاكتور الثانى ويربط المولد بالباص بار يجب ان يتم عمل تزامن اولا بين المولديين وبعد اتمام التزامن يغلق ريلاى التزامن النقطة المفتوحة SY2 بالتالى يعمل الكونتاكتور K2 ويغلق نقطة التعويض وايضا يفتح النقطة المغلقة فى سكة كونتاكتور المولد الاول (ويظل الكونتاكتور يعمل بفضل نقطة التعويض)

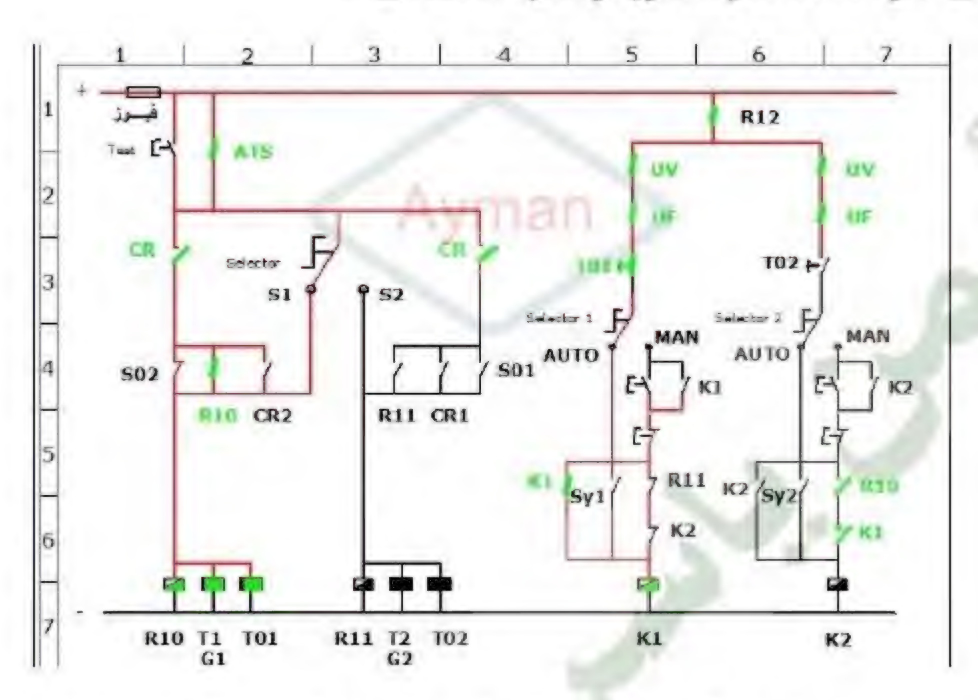
بعمل المولد الثانى سينخفض الحمل على المولد الاول بالتالى ينخفض التيار عن ٩٠% ويفصل ريلاى تيار المولد الاول النقطة المفتوحة CR1 ويظل مجموعة تشغيل المولدا لثانى تعمل بفضل نقطة التعويض R11



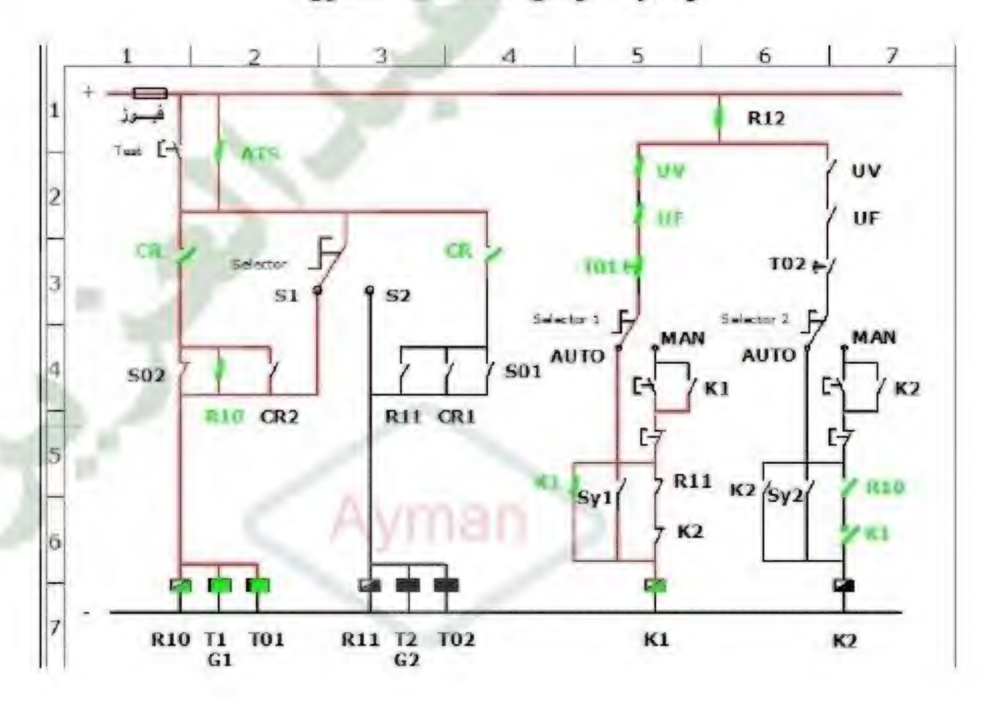
اذا انخفض تيار الباص بار الى اقل من ٢٠% من تيار المولديين سيفتح نقطته المغلقة CR ، بالتالى تتوقف مجموعة تشغيل المولد الغير مختار بواسطة السلكتور وهو المولد الثانى
بفصل الكهرباء عن المؤقتيين T2-T02 سيبدءا بعد الزمن المضبوط عليهم ويفصل كونتاكتور المولد K2 بعد ٢٠ ث ويفصل المولد بعد ٤ دقائق



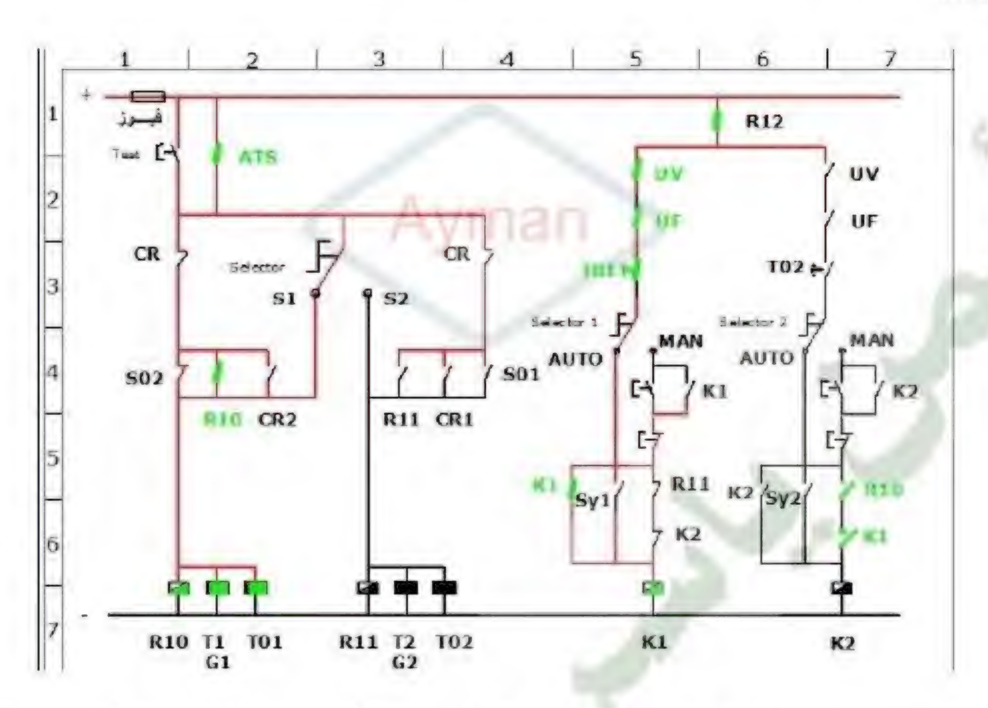
بعد مرور ٢٠ ث فصل المؤقت T02 نقطته المفتوحة فى سكة تشغيل كونتاكتور المولد الثانى فغصل K2
بالتالى تعود نقاط الكونتاكتور لوضعها الطبيعى...



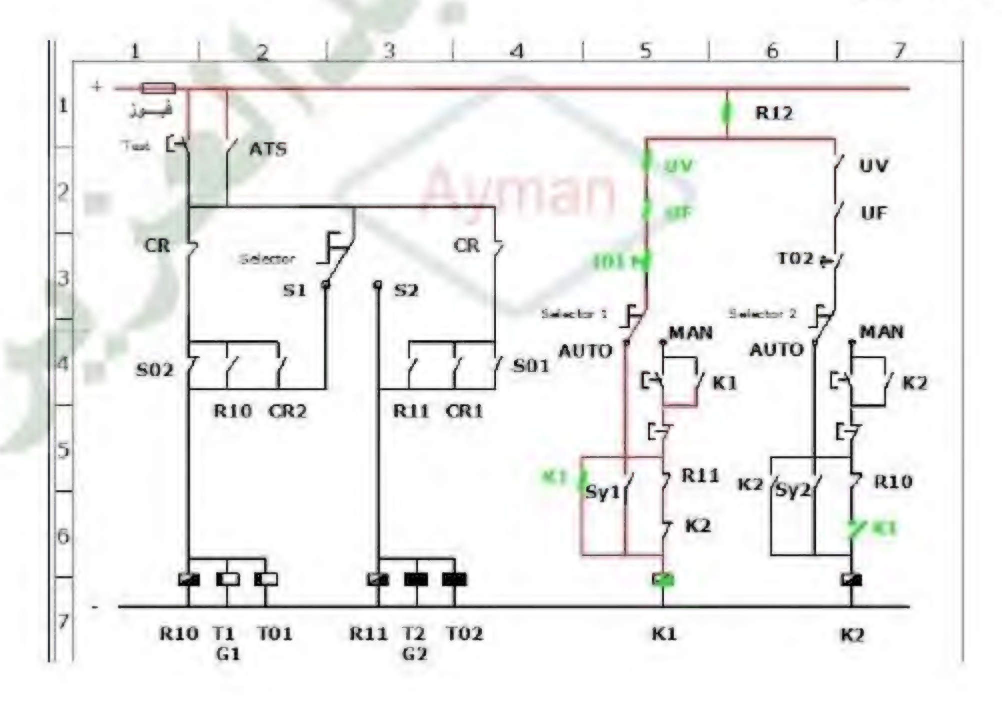
بعد ٤ دقائق فصل المولد وستلاحظ رجوع نقاط ريلاى الحماية للجهد والتردد وضع طبيعى مفتوح



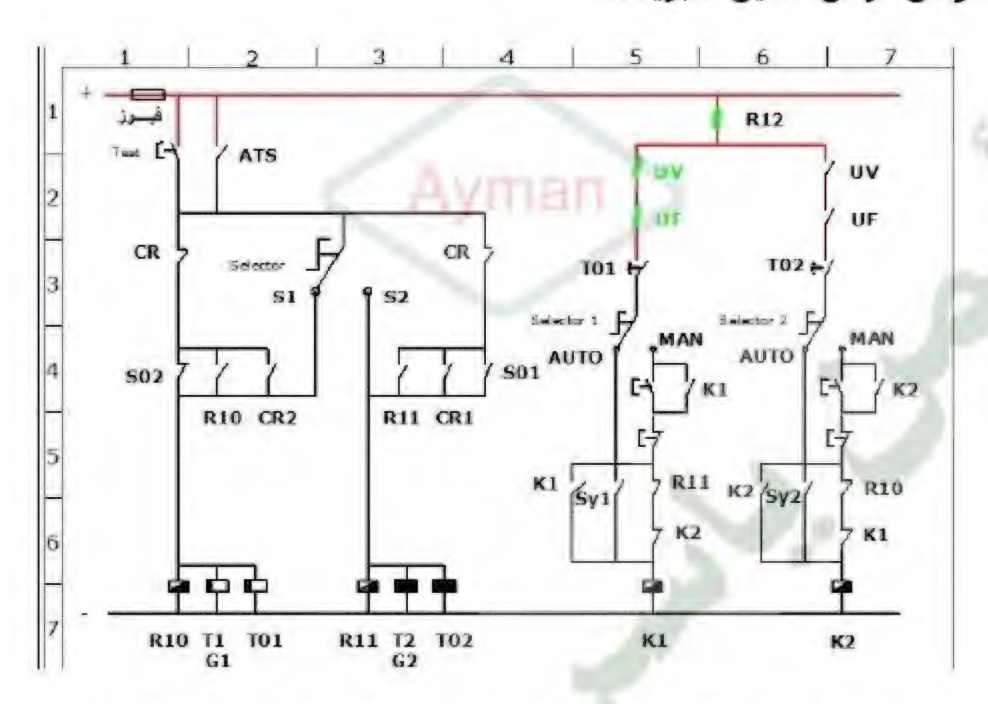
بارتفاع تيار الباص بار عن ٢٠% تعود نقطة الريلاى مغلقة مرة اخرى CR لكن لن يعمل المولد الثانى الا اذا زاد تيار المولد الاول الى ٩٠% مرة اخرى...



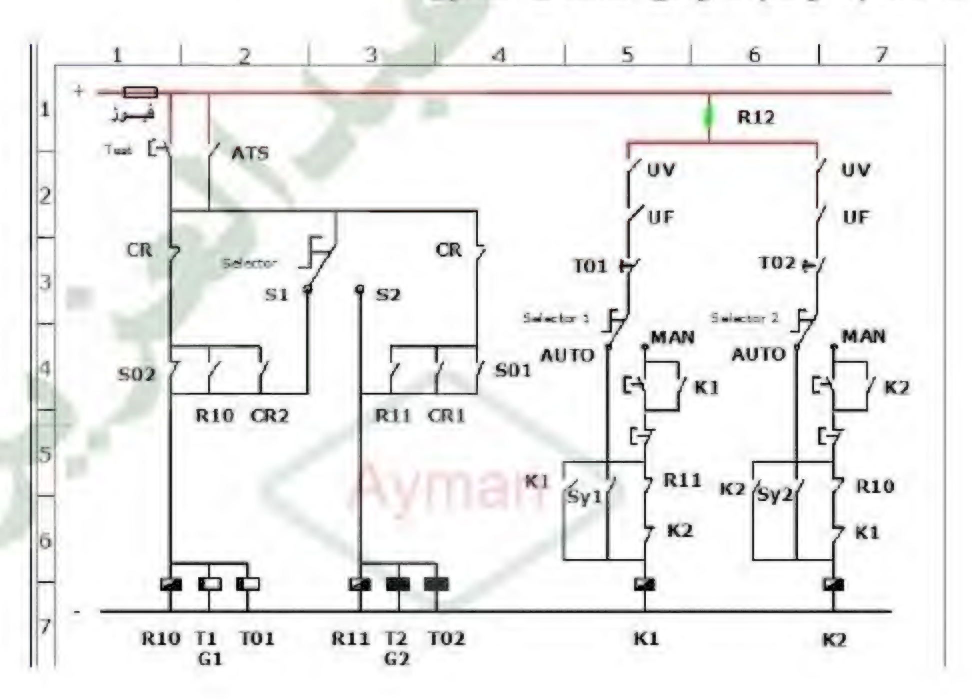
بعودة المصدر مرة اخرى تفصل دائرة التحويل الألى نقطتها بالتالى تفصل مجموعة تشغيل المولد الاول
بالتالى يبدء المؤقتيين الزمنيين عد الزمن ٤ دقائق للمؤقت الاول و ٢٠ ث للمؤقت الثانى



بعد ٢٠ ث تعود نقاط المؤقت T01 لوضعها الطبيعى فيفصل الكونتاتور K1 بالتالى ينفصل المولد عن الباص بار ويصبح بلا حمل ، ويعمل المولد علت هذا الوضع لزمن معين لتبريده..



بعد مرور ٤ دقائق الا ٢٠ ث يفصل المولد وستلاحظ عودة نقاط ريلاى الحماية للجهد والتردد وضع طبيعى مفتوح



وحدة التحكم فى المحرك (ECU (Engine Control Unit

GCU10



- تعطى ٣ او ٤ محاولات لبدء المولد كل محاولة ١٠-١٥ ثانية وبين كل محاولة واخرى ٢٠ ثانية قبل ان تعطى انزار فشل البدء
- تفصل البادىء تلقائيا بعد وصول المولد ل ٣٠% من سرعته
- تاخر انزار ضغط الزيت وحرارة الماء اثناء البدء
- تعطى انزار وتفصل المولد فى حالة انخفاض ضغط الزيت (لمدة ٣ ثوانى)
- تعطى انزار وتفصل المولد فى حالة ارتفاع حرارة ماء التبريد (لمدة ٣ ثوانى)
- تعطى انزار وتفصل المولد فى حالة ارتفاع سرعة المولد (٥٥ هرتز)
- تعطى انزار وتفصل المولد فى حالة انخفاض سرعة المولد (٤٥ هرتز)
- تعطى انزار وتفصل المولد فى حالة انخفاض جهد البطارية(مشكلة فى مولد شاحن البطارية الدينامو) الى ١٠/٢٠ فولت (فى حالة بطارية ١٢/٢٤ فولت على الترتيب)

الحمايات

- يوجد فيوز ١٠ امبير تقريبا على تغذية اللوحة (٢٤ او ١٢ فولت مستمر) وتغذية كونتاكت الريليهات او وجود ٢ فيوز ٥ امبير واحد على التغذية والاخر على كونتاكت الريليهات
- يوجد فيوز ٠,٥ امبير تقريبا على جهد المولد (٢٢٠ فولت خرج المولد)

الخرج

- ريلاى البدء Start relay
- ريلاى التسخين preheat relay
- ريلاى سلونويد الوقود fuel relay

الدخل

- كونتاكت حرارة الماء
- كونتاكت ضغط الزيت
- كونتاكت ايقاف طارىء
- كونتاكت ايقاف المولد لاى سبب يريده المستخدم
- ٢٢٠ فولت من خرج المولد او حساس السرعة
- ٢٤ فولت من البطاريات و خرج الدينامو

المميزات

- بعض الانواع يمكن ضبط زمن محاولة البدء وبعض الانواع الزمن ثابت
- بعض الانواع يمكن ضبط عدد محاولات البدء وبعض الانواع عدد المحاولات ثابت
- بعض الانواع يمكن ضبط انزار ارتفاع/انخفاض السرعة وبعض الانواع لا يمكن
- بعض الانواع تقوم بفصل البادىء اليا وبعض الانواع فصل البادىء يدويا (بناء على وصول ضغط الزيت لقيمة معينة وعدم ارتفاع حرارة ماء التبريد تضىء لمبة بيان) معينة (لو تخطى زمن البدء المحدد سلفا هيفصل)
- الانواع التى تفصل البادىء اليا قد تفصله بناء على حساس السرعة او بناء على تردد خرج المولد او وصول ضغط الزيت لقيمة معينة

المقاومات المتغيرة

- مقاومة متغيرة لضبط زمن التسخين ٢-٣٠ ثانية
- مقاومة متغيرة لضبط زمن البدء ١-١٥ ثانية
- مقاومة متغيرة لضبط زمن الايقاف ١-٣٠ انية
- مقاومة متغيرة لضبط زمن تبريد المولد (تشغيل المولد بلا حمل لزمن معين بعد فصل اشارة التشغيل الالى)
- مقاومة متغيرة لضبط زمن ال ايدال (تشغيل المولد بلا حمل لزمن معين قبل تحميل المولد عبر غلق كونتاكت توصل بالجفرنر)

الديب سويتش

- سويتش لتحديد تردد المولد ٥٠-٦٠ هرتز
- سويتش لتحديد جهد البطارية ١٢-٢٤ فولت
- سويتش لتحديد نوع سولونويد الوقود NO-NC
- سويتش لتحديد كونتاكت ضغط الزيت NO-NC
- سويتش لتحديد مراقبة ضغط الزيت اثناء البدء ولا لاء

التشغيل

مفتاح التشغيل له ثلاث اوضاع

١. يدوى

عند ادارة المفتاح على وضع يدوى تغلق الوحدة كونتاكت التسخين المبدئى للزمن المضبوط سلفا وبعد انتهاء الزمن تفصل السخانات وتبدء تشغيل المحرك وذلك بغلق كونتاكت سولونويد الوقود وكونتاكت الايدال (لاخبار الجفرنر بالتشغيل على سرعة اللاحمل) وبعد زمن واحد ثانية تاخير تغلق كونتاكت تشغيل محرك البدء ليحاول تشغيل الديزل خلال الزمن المضبوط سلفا وليكن ١٠ ثوانى فى حالة نجاح تشغيل الديزل سيفصل محرك البدء عند وصول تردد خرج المولد ١٨ هرتز او عند وصول ضغط الزيت للقيمة المطلوبة ايهما ياتى اولا يفصل محرك البدء (ازاى يعرف وصل ضغط الزيت للقيمة المطلوبة؟ لو ظابط كونتاكت الحساس NOبالتالى فى بداية التشغيل مافيش اشارة وبعد وصول الديزل لربع سرعته تقريبا سيزداد ضغط الزيت ويغلق الكونتاكت ومن هنا يعرف وحدة التشغيل ان عليه فصل محرك البدء!!) ولو فشل المولد فى البدء يجب الانتظار ٢٠ ثانية تقريبا قبل اعادة المحاولة ويجب ادارة المفتاح على ايقاف اولا ثم على تشغيل يدوى (لعمل ريسيت لللانزار) واعادة المحاولة

٢. اوتوماتيك

فى حالة ادارة المفتاح فى هذا الوضع فان الوحدة ستشغل وتفصل المولد بناء على اشارة تشغيل خارجية
عند وصول كونتاكت التشغيل الالى سيبدا المولد فى العمل طبقا للتتابع المشروح سلفا وعند انقطاع اشارة التشغيل الالى سيعمل المولد بلا حمل لزمن (زمن تبريد المولد) ثم يتوقف المولد واثناء هذا الزمن كل الحمايات تعمل بمعنى انخفاض ضغط الزيت او ارتفاع حرارة ماء التبريد او زيادة او انخفاض السرعة سيتوقف المولد فورا

٣. وضع الايقاف

لعمل ريسيت لاى انزار ايضا لايقاف المولد فى حالة تشغيلة يدوى او الى ايضا لن يعمل المولد اذا كان المفتاح على ايقاف وجاءت اشارة تشغيل الى

الانزارات (ايقونة الانزار قد تختلف من ماركة لاخرى)

الانزار	الوصف	قرار
	المولد يعمل بصورة طبيعية	
	فشل بدء المحرك	ايقاف
	ارتفاع حرارة ماء التبريد	ايقاف
	انخفاض ضغط زيت المحرك	ايقاف
	ارتفاع السرعة	ايقاف
	انخفاض السرعة	ايقاف
	تم الضغط على مفتاح ايقاف الطوارىء	ايقاف
	الايقاف بسبب كونتاكت خارجية	ايقاف
	انخفاض جهد البطاريات	تحذير فقط

وحدة التحكم GCU 10



التغذية

- ١-٢ توصل بخرج المولد ٢٢٠ فولت عبر فيوز ٠,٥ امبير
- ٦ موجب البطارية (يوصل ايضا بموجب الدينامو)
- ٧ سالب البطارية

الدخل (غلق كونتاكت الدخل يصل سالب البطارية لنقطة الكارتة)

- ٣ توصل بحساس ضغط الزيت (الطرف الاخر لكونتاكت الحساس توصل بسالب البطارية) غلق الكونتاكت اى توصيل سالب للنقطة يوقف المولد (لو ديب سويتش حساس الضغط NC)
- ٨ توصل بكونتاكت خارجية لايقاف المولد لاى سبب يريده المستخدم غلق الكونتاكت اى توصيل سالب للنقطة يوقف المولد
- ٩ كونتاكت تشغيل المولد اليا (الطرف الاخر للكونتاكت يوصل بسالب البطارية) غلق الكونتاكت اى توصيل سالب للنقطة يبدء المولد
- ١٢ كونتاكت الايقاف الطارىء للمولد (الطرف الاخر للكونتاكت يوصل بسالب البطارية) غلق الكونتاكت اى توصيل سالب الى النقطة يوقف المولد
- ١٣ توصل بكونتاكت حرارة ماء التبريد (الطرف الاخر للكونتاكت يوصل بالسالب) غلق الكونتاكت اى توصيل سالب للكونتاكت يقف المولد

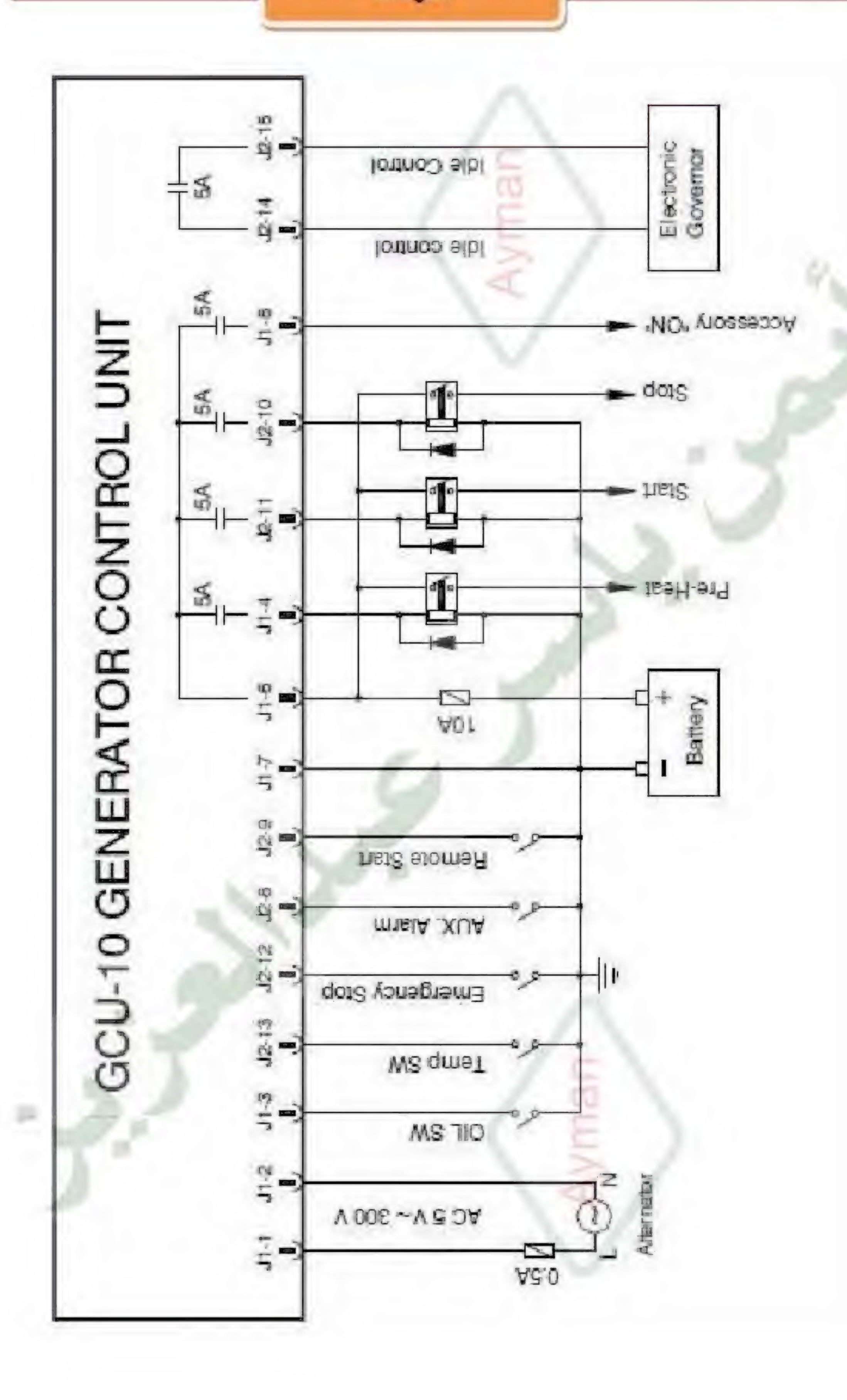
الخرج (عندما يعمل تخرج الكارتة ٢٤ فولت موجب على نقطة الخرج)

- ٤ اشارة التسخين pre heating توصل بريلاى التسخين والطرف الاخر لكويل الريلاى يوصل بسالب البطارية وكونتاكت الريلاى لتشغيل السخانات
- ٥ كونتاكت اضافية تغلق عند تشغيل المولد تستخدمها لتشغيل ريلاى والطرف الاخر لكويل الريلاى يوصل بسالب البطارية وكونتاكت الريلاى لتشغيل الاضاءة مثلا
- ١٠ كونتاكت تشغيل ريلاى سولونويد الوقود والطرف الاخر لكويل الريلاى يوصل بسالب البطارية وكونتاكت الريلاى لتشغيل السولونويد
- ١١ كونتاكت تشغيل ريلاى محرك البدء والطرف الاخر لكويل الريلاى يوصل بسالب البطارية وكونتاكت الريلاى لتشغيل المحرك
- ١٤-١٥ توصل بكونتاكت الابدال بالجغرنر

جتى تقرا الرسمة القادمة

باستخدام ادوب اكروبات ريدر

- لادارة الصفحة مع عقارب الساعة قم بالضغط على كنترول و شيفت وموجب
- لادارة الصفحة عكس عقارب الساعة قم بالضغط على كنترول و شيفت وسالب


GCU-10 GENERATOR CONTROL UNIT
J2-15
J2-14
J1-8
J2-10
J2-11
J1-4
J1-6
J1-7
J2-9
J2-8
J2-12
J2-13
J1-3
J1-2
J1-1
5A
Idle Control
Idle control
Electronic Governor
Accessory "ON"
Stop
Start
Pre-Heat
10A
Battery
+
-
Remote Start
AUX. Alarm
Emergency Stop
Temp SW
OIL SW
AC 5 V ~ 300 V
0.5A
Alternator
N
L

الاعطال

- **عدم عمل بادىء المولد**
  - جهد البطارية منخفض
  - فيوز ال ٢٤ فولت ضارب
  - عدم ربط جيد للكابلات بالبطارية او حدوث صدا للوصلات
  - تلف البادىء او السلونويد
- **عمل البادىء وعدم عمل المولد**
  - محبس الوقود مغلق
  - تانك الوقود فارغ
  - هواء فى خط الوقود
  - سدد فلتر الوقود
  - تلف سولونويد الوقود
  - مشكلة بطلمبة الوقود
- **انزار بعد بدء المولد**
  - انخفاض ضغط الزيت
  - ارتفاع حرارة ماء التبريد
  - زيادة سرعة المولد
- **عدم وجود جهد خرج للمولد**
  - لو الحمل متوصل على المولد اثناء بدء المولد ممكن يسبب عدم بناء جهد لذا يجب فصل الحمل حتى بناء الجهد ثم توصيله
  - مشكلة بمنظم الجهد
  - تلف قنطرة التوحيد او الغاريستور
  - فقد المغناطيسية المتبقية والحاجة لعمل فلاش للملفات (فى حالة التغذية الذاتية)
  - مقاومة العزل منخفضة لملفات الاكسيتر (ثابت او متحرك)

ثالثاً وحدة التحكم فى المولد بها خاصية التحويل الالى ATS
نظرا للتطور الكبير فى مجال صناعة المعالجات الرقمية والذاكرة امكن بسهولة تصنيع وحدات تحكم فى المولد ذات قدرة معالجة بيانات عالية وذاكرة كبيرة وشاشة lcd واضحة وذات امكانيات برمجية كبيرة ومرنة، لذا اصبح من السهل على المصنعيين اضافة خاصية التحويل الالى لوحدة التحكم فى المولد فكل ما يتطلب هو نقطة مفتوحة لتشغيل كونتاكتور المصدر واربع نقاط على الاقل لمراقبة جهد وتردد وتيار المصدر بالاضافة لجزء برمجى، فبفضل الامكانيات البرمجية الكبيرة للمعالجات الحديثة اصبح بالامكان التحكم بسهولة فى ازمنة التأخير بدائرة التحويل التلقائى ايضا اصبح بالامكان تقديم حماية اكبر للمصدر وللمولد من ارتفاع او انخفاض الجهد و ارتفاع او انخفاض التردد وانعكاس تتابع الفازات بسهولة ودقة كبيرة بالاضافة للحمايات التقليدية للمولد من ضغط الزيت وانخفاض الوقود وارتفاع حرارة المبرد بل اصبح بالامكان تقديم نقاط دخل وخرج قابلة للبرمجة تبعا للتطبيق مما جعل وحدات التحكم فى المولد الحديثة تقارب اجهزة التحكم PLC

مثال وحدة تشغيل المولد dse5520 بها خاصية التحويل الالى
DSE (Deeb Sea Electronics PLC)



تتيح هذه الوحدة للمستخدم التحكم فى المولد بالتشغيل والايقاف ومراقبة حالة المولد من درجة حرارة وضغط زيت وتيار وجهد وتردد وقدرة ومعامل قدرة الخ ، كما تتيح تحويل الحمل من المصدر الى المولد فى حالة فشل المصدر (انقطاع المصدر او هبوط /ارتفاع الجهد)

وبالطبع تتيح التحكم التام فى ازمنة التحويل بين المصدر والمولد وقيم حماية الحمل من ارتفاع/انخفاض جهد المصدر ومن ارتفاع/انخفاض جهد او تردد المولد ، كما يوجد بها امكناية عمل تزامن للمولد مع المصدر.. بالاضافة لوجود نقاط دخل وخرج قابلة للبرمجة مما يرتقى بالوحدة من مجرد كونها وحدة تحكم وتحويل ألى الى وحدة تحكم برمجى مخصصة للمولد....

مكونات الوحدة



التحويل الألى من المصدر للمولد

يستخدم هذا النظام مع احمال الطوارىء وهى الاحمال الحرجة التى لا نريد فصل الكهرباء عنها

يتم تفعيل هذا النام بالضغط على زر ألى او Auto AUTO حيث تضىء لمبة بجانب الزر للتأكيد على تفعيل النظام...

- فى حالة ارتفاع/انخفاض جهد المصدر عن الحدود المبرمجة لزمن معين تحدده انت ،ستفصل لمبة المصدر الخضراء بعد هذا الزمن
- سيتم بدء عد زمن تأخير تشغيل المولد
- بعد مرور زمن تأخير التشغيل سيتم بدء عد زمن التسخين وسيتم تشغيل السخانات (ان وجدت) لتسخين جسم المحرك فى حالة الاجواء الباردة
- يتم ارسال اشارة لصمام الوقود (او الى وحدة ECU) وبعد ثانية سيتم تشغيل محرك البدء
- يعمل محرك البدء لزمن محدد لمحاولة بدء الديزل ،اذا فشل سيتوقف المحرك لزمن محدد ،ثم يعاود الكرة مرة اخرى لعدد معين من المرات تحددە انت ثم يظهر انزار فشل البدء وستظهر الشاشة رسالة فشل البدء

Alarm
Shutdown
Fail to start

- فى حالة نجاح تشغيل الديزل سيتم فصل محرك البدء عند وصول تردد خرج المولد لقيمة محددة (لذا يمكن الاستغناء عن حساس السرعة....) ايضا يمكن فصل محرك البدء عند ارتفاع ضغط الزيت ولكن لايستطيع ضغط الزيت ان يعطى مؤشر على ارتفاع/انخفاض السرعة....
- بعد فصل محرك البدء سيبدء مؤقت زمنى بعد زمن الامان saftey timer وذلك حتى يستقر ضغط الزيت وحرارة وسرعة الديزل وجهد وتردد المولد لان خلال هذا الزمن فان كل ماسبق قد يكون

خارج الحدود بالتالى يمنع المؤقت ظهور انزار خلال هذا الزمن.....

- بعد بدء الديزل (انقضاء زمن الامان ولم يحدث انزار...) سيبدء بعد زمن تسخين الديزل
- سيتم فصل كونتاكتور المصدر وبعد زمن تأخير transfer delay سيتم تشغيل كونتاكتور المولد (يجب ان يصل ضغط زيت للقيمة المطلوبة والا لن يحدث نقل الحمل على المولد لمنع تلف الاجزاء الميكانيكية...)
- بعد عودة المصدر سيبدء عد زمن تأخير توصيل الحمل على المصدر
- سيتم فصل كونتاكور الحمل وبعد زمن تأخير قصير سيتم تشغيل كونتاكتور المصدر
- سيتم فصل المولد بعد مرور زمن تبريد المولد

ملحوظة:

يجب ايقاف خاصية التزامن،
اذا كانت مفعلة ، فعند عودة المصدر سيتم تزامن المولد والمصدر لزمن معين ثم سيتم نقل الاحمال تدريجيا للمصدر ثم يتم ايقاف الديزل
بتفعيل خاصية التزامن اى تشغيل المولد والمصدر معا على التوازى اى كونتاكتور المصدر والمولد يعملا معا فى وقت واحد ، بالتالى لايجب فى هذه الحالة استخدام انترولك ميكانيكى ولا حتى كهربى!!!!

البدء عن بعد (نظام الجزيرة!!) Remote start island mode

يتم تشغيل المولد كالسابق تماما وذلك بواسطة اشارة خارجية ، اى مفتاح خارجى يتم توصيله بالوحدة وبغلق المفتاح تبدء الوحدة تشغيل المولد والنقل تلقائيا للمولد كالسابق تماما
سمى بنظام الجزيرة لانه عادة فى الجزر يكون النظام الكهربى ضعيف ومن الشائع التنبيه على قطع المصدر فى ازمنه محددة فيتم تفعيل التحويل اليدوى قبل هذا الزمن بدقيقة تقريبا....

بدء الوحدة بواسطة الحمل Remote start on load
تقوم الوحدة بقياس تيار الحمل على المصدر وعند وصول الحمل لقيمة معينة (اكبر مما يتحملها محول المصدر مثلا !!) ستبدء الديزل كالسابق تماما وستزامن الديزل مع المصدر وتبدء بتوزيع الاحمال بينهم....

التشغيل اليدوى manual mode

بالضغط على زر التشغيل اليدوى سيتم تفعيل النظام اليدوى وستضىء لمبة البيان
اذا تم الضغط على زر بدء سيبدء الديزل فى العمل كالسابق تماما وبعد تمام بدء الديزل ستضىء لمبة المولد على الشاشة ولن يتم نقل الحمل الى المولد الا فى حالة

- ✓ فشل المصدر
- ✓ وجود اشارة تشغيل عن بعد
- ✓ الضغط على زر نقل الحمل الى المولد من على الشاشة

فى اى من الحالات السابقة سيتم نقل الحمل الى المولد او سيتم تزامن المولد مع المصدر (فى حالة تفعيل التزامن)

نظام الاختبار test mode
يتم اختبار المولد بالحمل الكامل
بالضغط على زر اختبار من شاشة الوحدة سيتم بدء الديزل كالسابق تماما وبعد البدء سيتم نقل الحمل الى المولد كالسابق (لو تشغيل التوازى مفعل سيتم تزامن المولد والمصدر والعمل معا...)
سيظل الحمل على المولد حتى يتم تغيير نظام التشغيل الى اى نظام اخر...

الحمايات

بما ان الوحدة تتحكم فى تشغيل المولد بالكامل بالتالى هى توفر حماية كاملة للمولد وللحمل وللديزل!

فى حالة حدوث انزار فسيضرب جرس تنبيه وتظهر رسالة بالانزار على الشاشة ، ايضا من الممكن برمجة لمبة بيان معينة لتضىء فى حالة انزار معين ويتم كتابة وصف الانزار بجانب لمبة البيان اذا تم برمجتها...

كما يمكن الضغط على زر كتم صوت الانزار

Generator available
L-N 229v 0A
L-L 400v 50.0Hz
pf 0.00 0KW

الشاشة العادية فى حالة التشغيل الطبيعى
تظهر قيمة الجهد والتيار والقدرة ومعامل القدرة

فى حالة حدوث انزار ستظهر شاشة بها وصف الانزار
مثلا
انزار بفصل الديزل بسبب الحرارة العالية لماء التبريد

Alarm
Shutdown
High coolant temp

رسالة التحذير

رسالة تلفت انتباه المستخدم لشىء غير عادى ، ولكنه لن يؤثر على نظام تشغيل المولد (لن يؤدى لفصل المولد)

- ❖ رسالة تحذير فشل شحن البطارية ، ستظهر هذه الرسالة اذا لم يكن هناك جهد من الشاحن alternator
- ❖ رسالة تحذير بانخفاض/ارتفاع جهد البطارية
- ❖ رسالة تحذير بفشل ايقاف الديزل، ستظهر هذه الرسالة اذا وجدت الوحدة ان الديزل مازال يعمل عبر حساس السرعة او التردد او ضغط الزيت...
- ❖ رسالة تحذير بارتفاع درجة حرارة رومان البلى
- ❖ رسالة تحذير بانخفاض مستوى خزان الوقود
- ❖ رسالة تحذير بانخفاض درجة حرارة ماء التبريد

- رسالة تحذير بفشل فتح/غلق المولد ، تظهر هذه الرسالة اذا لم تتلقى الوحدة اشارة تأكيد من الكونتاكتور او القاطع بتمام الفتح او الغلق
- رسالة تحذير بفشل فتح/غلق المصدر، تظهر هذه الرسالة اذا لم تتلقى الوحدة اشارة تأكيد من الكونتاكتور او القاطع بتمام الفتح او الغلق

رسالة تحذير تماثلية

رسالة تحذير حتى تلفت انتباه المستخدم لشىء غير عادى ، لن يؤثر على نظام تشغيل المولد لحظيا، لكن ان استمرت المشكلة سيؤدى لايقاف المولد سميت تماثلية لانها تكون عادة بسبب اشارة تماثلية وليست رقمية مثل

- انخفاض ضغط الزيت
- ارتفاع درجة حرارة مياه التبريد
- ارتفاع /انخفاض سرعة الديزل
- ارتفاع/انخفاض التردد
- ارتفاع/انخفاض جهد المولد
- ارتفاع تيار الحمل
- انزار فقد الاثارة ، يظهر هذا الانزار اذا كانت كيلو فار الحمل بالسالب ، حيث تقوم الوحدة بقياس كيلو فار الحمل...

عند ظهور اى من رسائل التحذير السابقة فيجب من المستخدم محاولة حل المشكلة.. فاذا استمر الانزار سيؤدى لفصل المولد فمثلا اذا استمر انزار ارتفاع حرارة مياه التبريد واستمرت الحرارة فى الارتفاع ستصل لقيمة معينة يفصل عندها المولد ، اما ان انخفضت درجة الحرارة سيختفى الانزار ويستمر المولد بالعمل...

رسائل الانزار والفصل

بظهور اى من هذه الرسائل سيتوقف المولد ولن يعمل الا بازالة العطل واختفاء الانزار...

فشل اى حماية اساسية للديزل او المولد او الحمل ستؤدى الى تلك النتيجة الانزار والفصل

مثل

- فشل بدء الديزل
- الايقاف الطارىء ، الضغط على زر الايقاف الطارىء
- انخفاض ضغط الزيت
- ارتفاع حرارة ماء التبريد
- ارتفاع/انخفاض السرعة
- ارتفاع/انخفاض التردد
- ارتفاع/انخفاض الجهد
- فقد اشارة ضغط الزيت
- عدم توازن للحمل على الثلاث فازات Negative phase sequence

لاحظ ان هناك قيمة لدرجة حرارة ماء التبريد تظهر انزار وقيمة اخرى تفصل المولد ، كذلك الحال لباقى الاشارات..

الحماية الكهرببية

عند تفعيل الحماية الكهربية لاى سبب يتم ايقاف المولد ولكن عكس الحالات السابقة ، الايقاف يكون بصورة منظمة وليس ايقاف لحظى..
حيث يتم اولا فصل القاطع لفصل الحمل ثم يعمل المولد لزمن التبريد ثم يتم ايقاف المولد..
ويجب عمل تأكيد لرسالة الخطأ وازالة سبب العطل لاعادة تشغيل المولد..
مثلا

- الفصل بسبب ارتفاع التيار ، اذا ارتفع التيار الى قيمة معينة يظهر رسالة تحذير بارتفاع التيار وبمرور زمن معين يحدد بواسطة معامل الحمل الزائد يقوما لملولد بالفصل واظهار هذا الانزار (عادة معامل الحمل الزائد ١١٠% لمدة ساعة، اذا تم استخدام ٢٠٠% حمل زائد يكون الزمن تقريبا٣٦ ثانية!! فالزمن مرتبط بمعامل الحمل الزائد!!)
- اشارة فصل كهربى electrical trip ، اذا تم برمجة اى نقطة دخل كاشارة فصل trip
- انعكاس القدرة reverse power ، اذا انعكست القدرة على المولد لمقدار معين تحدده انت سيفصل المولد بالنمط السابق (فصل القاطع ثم تبريد المولد وفصله!)
- قصر بالمولد
- فقد الاثارة loss of excitation ، يظهر هذا الانزار فى حالة كانت الكيلو فار اكبر من قيمة معينة وبالسالب
- عدم اتزان الاحمال على المولد negative phase sequence
- فشل غلق المولد ، حينما لاتأتى اشارة تأكيد بغلق قاطع او كونتاكتور المولد

الاعدادات

يتم الدخول الى الاعدادات بواسطة رمز سرى pin code
يتم ضبط

- ضغط الزيت ، قيمة الانزار وقيمة الفصل
- درجة حرارة ماء التبريد ، قيمة الانزار وقيمة الفصل للحرارة العالية وايضا قيمة الانزار لانخفاض الحرارة
- انخفاض مستوى خزان الوقود ، قيمة الانزار

يمكن ايضا ضبط المؤقتات الزمنية

- تأخير تشغيل كونتاكتور/قاطع المصدر، الاعداد الافتراضى ٢ ث
- تأخير تشغيل كونتاكتور/قاطع المولد، الاعداد الافتراضى صفر ث (لان عادة يكون هناك زمن تسخين للمولد)
- تأخير تشغيل المولد ، الاعداد الافتراضى ٥ ث
- تسخين الديزل قبل البدء ، الاعداد الافتراضى صفر ث (يفعل فى حالة الاجواء الباردة وفى حالة وجود سخانات!)
- زمن تشغيل محرك البدء ، الاعداد الافتراضى ١٠ ث
- زمن الغاء الانزارات saftey timer ، الاعداد الافتراضى ١٠ ث
- زمن تشغيل المولد بلا حمل للتسخين ، الاعداد الافتراضى صفر ث
- زمن النقل transfere delay وهو زمن بين فصل قاطع او كونتاكتور المولد وتشغيل قاطع او كونتاكتور المصدر ، الاعداد الافتراضى ٠,٧٥ ث
- تأخير عودة المصدر return delay للتاكد من ثبات المصدر ، الاعداد الافتراضى ٢ ث
- زمن تبريد المولد ، اى يعمل المولد بلا حمل لزمن معين لتبريده ، الاعداد الافتراضى ٦٠ ث

المصدر

- قيمة انخفاض الجهد ، الاعداد الافتراضى ١٨٤ فولت I-N
- قيمة ارتفاع الجهد ، الاعداد الافتراضى ٢٧٧ فولت L-N
- قيمة انخفاض التردد ، الاعداد الافتراضى ٤٥ هرتز
- قيمة ارتفاع التردد ، الاعداد الافتراضى ٥٥ هرتز

المولد

- قيمة انخفاض الجهد للفصل ، الاعداد الافتراضى ١٨٤ فولت L-N
- قيمة انخفاض الجهد للانزار ، الاعداد الافتراضى ١٩٦ فولت L-N
- قيمة الجهد المقنن ٢٣٠ فولت
- قيمة ارتفاع الجهد للفصل ، الاعداد الافتراضى ٢٧٧ فولت L-N
- قيمة ارتفاع الجهد للانزار ، الاعداد الافتراضى ٢٦٥ فولت L-N
- قيمة انخفاض التردد للفصل ، الاعداد الافتراضي ٤٠ هرتز
- قيمة انخفاض التردد للانزار، الاعداد الافتراضى ٤٢ هرتز
- قيمة ارتفاع التردد للفصل ، الاعداد الافتراضى ٥٧ هرتز
- قيمة ارتفاع التردد للانزار، الاعداد الافتراضى ٥٥ هرتز
- التردد المقنن ٥٠ هرتز
- قيمة التيار الزائد ١٠٠%
- قيمة تيار القصر ٢٠٠%
- قيمة انعكاس القدرة ١٠%

المحرك

- قيمة انخفاض السرعة للفصل ، غير مفعلة
- قيمة انخفاض السرعة للانزار، غير مفعلة
- قيمة ارتفاع السرعة للفصل، غير مفعلة
- قيمة ارتفاع السرعة للانزار، غير مفعلة

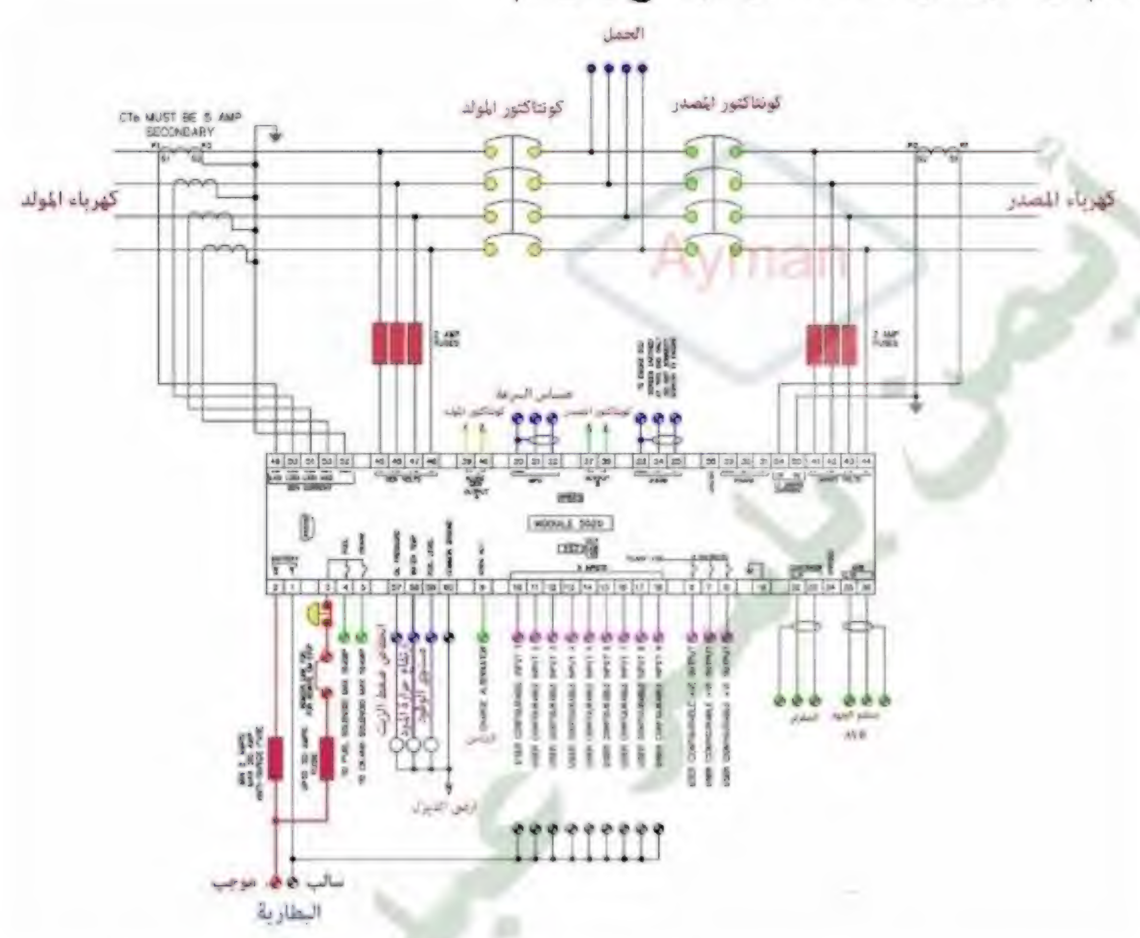
- قيمة اقل جهد للبطارية ، الاعداد الافتراضى ١٠ فولت
- قيمة اعلى جهد للبطارية ، الاعداد الافتراضى ٣٠ فولت

اعدادات التطبيق

- نظام الكهرباء ، ٣ فاز اربع اطراف او ٣ فاز ٣ اطراف او ٢ فاز طرفين الخ الخ
- تيار المولد المقنن، الاعداد الافتراضى ٥٠٠ امبير
- تيار الملف الابتدائى لمحول التيار الخاص بالمولد ، الاعداد الافتراضى ٦٠٠ امبير
- تيار الملف النهائى لمحول التيار الخاص بالمولد ، ٥/١ امير
- تيار الملف الابتدائى لمحول التيار الخاص بالمصدر، الاعداد الافتراضى ٦٠٠ امبير
- تيار الملف النهائى لمحول التيار الخاص بالمصدر ، ٥/١ امير
- القدرة الفعالة المقننة للمولد ، الاعداد الافتراضى٣٤٥ كيو وات
- القدرة الغير فعالة المقننة للمولد، الاعداد الافتراضى ٢٥٨ كيلو فار
- معامل قدرة الحمل ، الاعداد الافتراضى ١
- معامل تسارع او زيادة الحمل فى حالة التشغيل على التوازى ٣%
- قدرة المولد فى حالة التشغيل على التوازى ٥٠%

طريقة التوصيل

يتم توصيل الوحدة كما هو موضح بالرسم

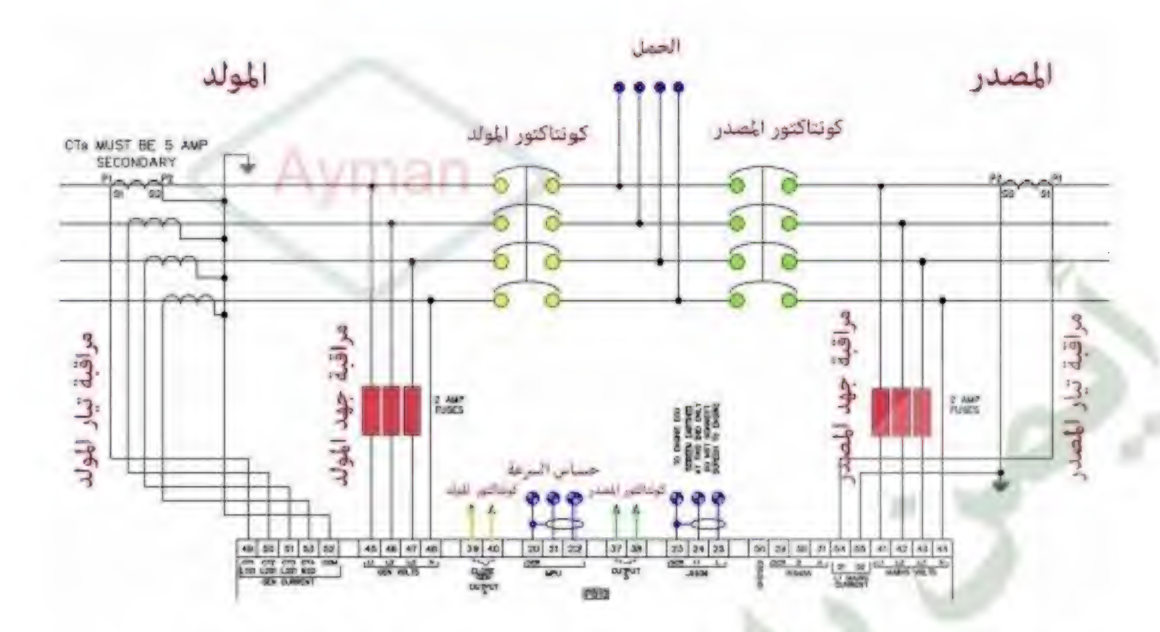


يتم توصيل اطراف المصدر L1-L2-L3-N بالنقاط ٤١-٤٢-٤٣-٤٤ على الترتيب لقياس جهد وتردد المصدر وجهد المحايد

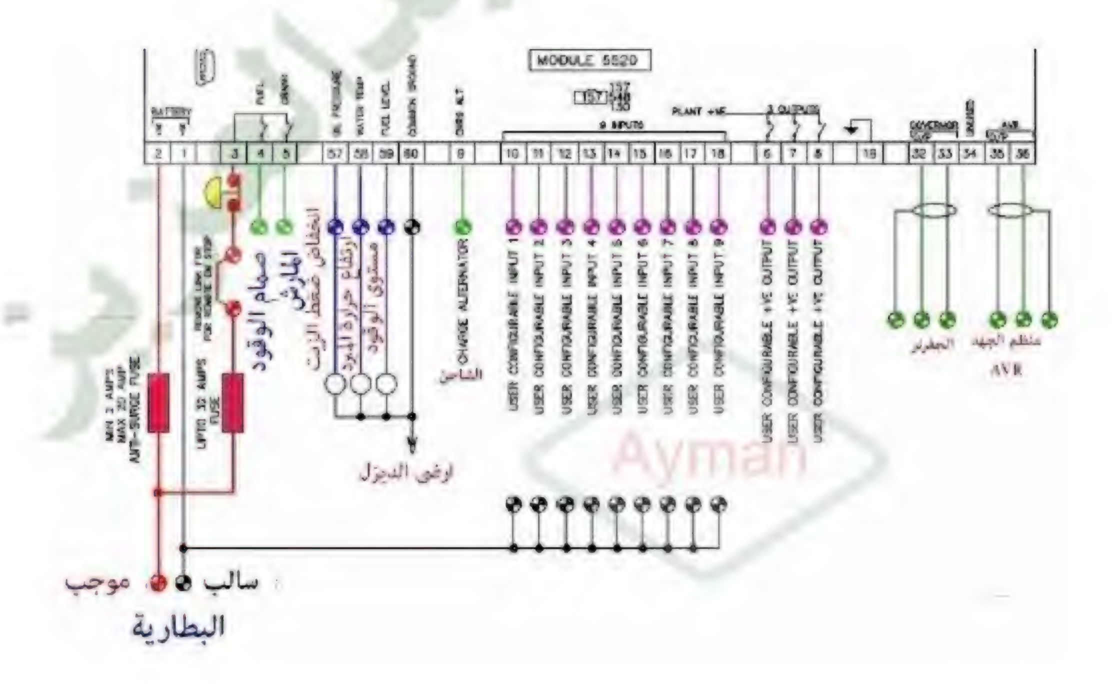
يتم توصيل محول تيار على فازة المصدر بالنقاط ٥٤- ٥٥ وتوصيل النقطة ٥٥ بالارضى قياس تيار المصدر...

يتم توصيل اطراف المولد L1-L2-L3-N بالنقاط ٤٥-٤٦-٤٧-٤٨ على الترتيب لقياس جهد وتردد المصدر وجهد المحايد

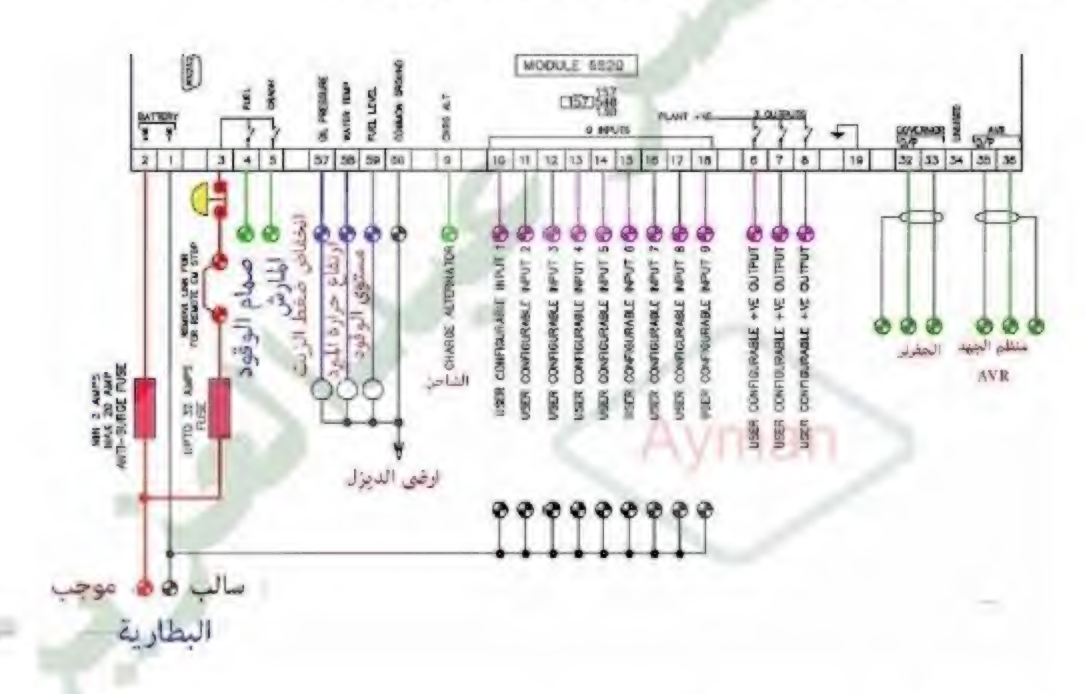
يتم توصيل محول تيار على كل فازة ومحايد وتوصيل الطرف الاول ب ٥٤-٥٠-٥٠-٥٣ على الترتيب وتوصيل الطرف الاخر لكل محول تيار معا بالنقطة ٥٢ وتوصيلها بالارضى..



٣٧-٣٨ نقطة وضع طبيعى مغلق تستخدم لتشغيل كونتاكتور/قاطع المصدر
٣٩-٤٠ نقطة وضع طبيعى مفتوح تستخدم لتشغيل كونتاكتور/قاطع المولد
٢٠-٢١-٢٢ نقاط توصيل حساس السرعة magnetic pick up مع العلم ان screen الكابل يوصل من ناحية الكارتة فقط ولا يوصل من ناحية المولد باى شىء حتى لايسبب تشويش على اشارة الحساس... (يمكن الاستغناء عن حساس السرعة والتعويض عنه بتردد المولد)



يتم توصيل سالب البطارية بالنقطة ١
يتم توصيل موجب البطارية بالنقطة رقم ٢
يتم توصيل موجب البطارية الى مفتاح الايقاف الطارىء والطرف الاخر للمفتاح الى النقطة رقم ٣
٣-٤ نقطة وضع طبيعى مفتوح ،يتم توصيل النقطة ٤ بصمام الوقود
٣-٥ نقطة وضع طبيعى مفتوح ،يتم توصيل النقطة ٥ بمحرك بدء الديزل
٥٧ اشارة ضغط الزيت (اشارة تماثلية والطرف السالب للاشارة يتصل بالنقطة ٦٠)
٥٨ اشارة درجة حرارة ماء التبريد (اشارة تماثلية والطرف السالب للاشارة يتصل بالنقطة ٦٠)
٥٩ اشارة مستوى خزان الوقود (اشارة تماثلية والطرف السالب للاشارة يتصل بالنقطة ٦٠)
٩ اشارة من شاحن البطاريات charge alternator



النقاط ١٠-١٨ نقاط دخل قابلة للبرمجة
النقاط ٦-٨ نقاط خرج قابلة للبرمجة

الفصل السابع
التحكم فى المولد

التحكم فى المولد

- التردد يعتمد على سرعة الدوران ولذلك يتم تثبيت سرعة الدوران باستخدام ال Governer اى متحكم السرعة (الذى يتحكم فى الوقود بالتالى فى سرعة الديزل)
- الجهد يعتمد على سرعة الدوران وهى ثابته (باستخدام الجفرنر) ويعتمد على تيار المجال ويتم التحكم فيه باستخدام AVR حيث يتحكم فى الجهد المسلط على ملفات المجال للاكسيتر

متحكم السرعة (الجفرنر) Governer

التردد يعتمد على سرعة الدوران ولذلك يتم تثبيت سرعة الدوران لتثبيت التردد باستخدام ال Governer اى متحكم السرعة
يتحكم فى الوقود بالتالى فى سرعة الديزل بالتالى فى تردد المولد

ليه نحتاج الى الجفرنر ولا نثبت السرعة يدويا (بواسطة ضبط مقدار فتح محبس الوقود مثلا او شىء من هذا القبيل)

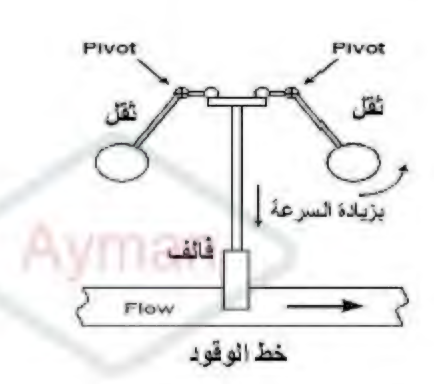
لسبب بسيط الا وهو ان سرعة المولد تقل كلما زاد التحميل عليه ، وتزيد كلما قل الحمل فجهاز الجفرنر يقيس السرعة ويقوم باستمرار بالتحكم فى الوقود لتثبيت السرعة لتثبيت التردد حيث ان سماحية انخفاض او ارتفاع التردد المسموح بها صغيرة +/- ٠,٥ هرتز تقريبا ، والسبب الاخر هو فى حالة تشغيل المولدات على التوازى نحتاج للتحكم فى التردد لتحقيق التزامن ايضا للتحكم فى توزيع القدرة الفعالة للاحمال بالتساوى بين المولدات

يتم التحكم فى الوقود بطرق مختلفة منها

١. الجفرنر الميكانيكى
٢. الجفرنر الالكترونى
٣. الجفرنر الهيدروليك

الجفرنر الميكانيكى

وهو يعتمد على اثقال تثبت باذرع عند الدوران بسرعة عالية تفتح الاذرع وترتفع الاثقال بفعل القوة الطاردة المركزية لتغلق قليلا من تدفق الوقود وعند انخفاض السرعة تنخفض الاذرع لتفتح الوقود لزيادة السرعة وهكذا....



حيث ان الجفرنر يقلل الوقود بزيادة السرعة بالتالى لو تم ضبط سرعة اللاحمل على ٥٠ هرتز فان بتحميل حمل كامل ١٠٠% ستقل السرعة بالتالى سيقل التردد عن ٥٠ هرتز

لذا يظبط سرعة اللاحمل بحيث يكون التردد ازيد بحدود ٣-٥% (لو ٣% اى ١,٥ هرتز)

بالتالى يظبط التردد فى حالة اللاحمل ٥١,٥ هرتز (فالمولد لايتم تشغيله على حمل قليل جدا على قدرته) وكلما راد الحمل يقل التردد حتى يصل ل ٥٠ هرتز فى الحمل الكامل

صورة توضيحية لمولد بجفرنر ميكانيكى



صورة للجفرنر الميكانيكى لديزل كامنز



صورة لجفرنر ميكانيكى لديزل باركينز



صورة عن قرب



الجفرنر الالكترونى

تقوم الكارتة بقراءة حساس السرعة لمعرفة سرعة الديزل الحالية ومقارنتها بالسرعة المطلوبة ومن ثم تقوم بارسال نبضات عبارة عن PWM الى الاكتيواتور proportional actuator والذى يحول هذه الاشارة الى حركة تتحكم فى مقدار فتح الوقود
حساس ضغط الشاحن التوربينى يستخدم للتحكم فى العادم اثناء تشغيل الديزل فى بعض الموديلات وذلك بالتحكم فى نسبة الوقود للهواء لضمان الاحتراق الكامل وتقليل نسبة الغازات بحيث لو انخفض ضغط الهواء لاى سبب سيقوم الجفرنر بخفض كمية الوقود لضمان عدم توليد غازات عادم اسود



كارتة التحكم　　اكتيواتور الكترونى　　حساس السرعة　　حساس ضغط الهواء فى حالة الشاحن التوربينى

تسمى كارتة التحكم الالكترونى ECM=electronic control module

- اذا انقطع كابل حساس السرعة سيتوقف الديزل
- يتم تاريض الكارتة بكابل مباشر من البطارية (بخلاف كابل بادىء الديزل وكابل تاريض بلوك بساتم الديزل) مع ملاحظة التاكد من عدم وجود فرق فى الجهد بين اى نقطتى تاريض يزيد عن ١ فولت
- يتم استخدام كابل شيلد مجدول لحساس السرعة ويتم تاريض الشيلد ناحية الكارتة وعدم تاريضه ناحية الحساس (لف شريط لحام عليه للتاكد من عدم ملامسته لاى شىء) والتاكد من عدم ملامسة الشيلد لجسم الديزل لتجنب حدوث تشويش على الاشارة
-

صورة تبين طريقة عمل النظام

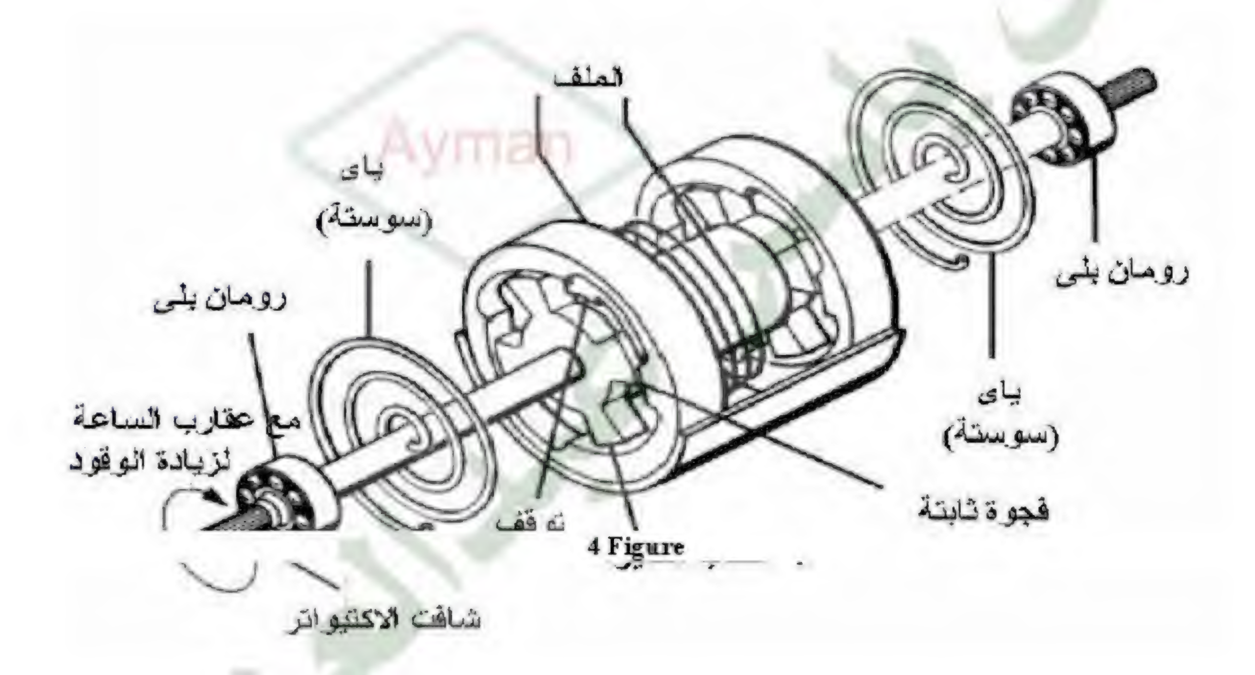


صورة توضح ربط الاكتواتير مع شافت الوقود



الاكتيواتر

هو جهاز الكترومغناطيسى يعمل بالجهد المستمر وله اكس يدور ٣٥ درجة فقط (او ٤٥ درجة)
عند تغذيته بجهد مستمر بواسطة الكارتة يدور فى اتجاه فتح الوقود متغلبا على سوستة داخليا فيدور ٣٥ درجة فقط ويتوقف وعند فصل الكهرباء تقوم السوستة بادارة الشفت عكس الاتجاه ليغلق صمام الوقود مرة اخرى
يوصل على كارتة الخرج بتاعها عبارة عن PWM او نبضة معدلة حيث تتحكم الكارتة فى زمن النبضة بالتالى تتحكم فى قيمة الجهد الواصل للاكتيواتور بالتالى تتحكم فى مقدار الفتح



4 Figure

ايضا ممكن يكون الاكتيواتر سيرفو محرك وليه درايف لتشغيله وممكن يكون ايضا محرك احادى الوجه بعكس حركة وفى الحالة دى خرج كارتة التحكم بيكون عبارة عن ٢ كونتاكت كونتاكت لزيادة الوقود وكونتاكت لخفض الوقود

صورة للجفرنر الالكترونى لديزل باركينز



صورة عن قرب



صورة اخرى

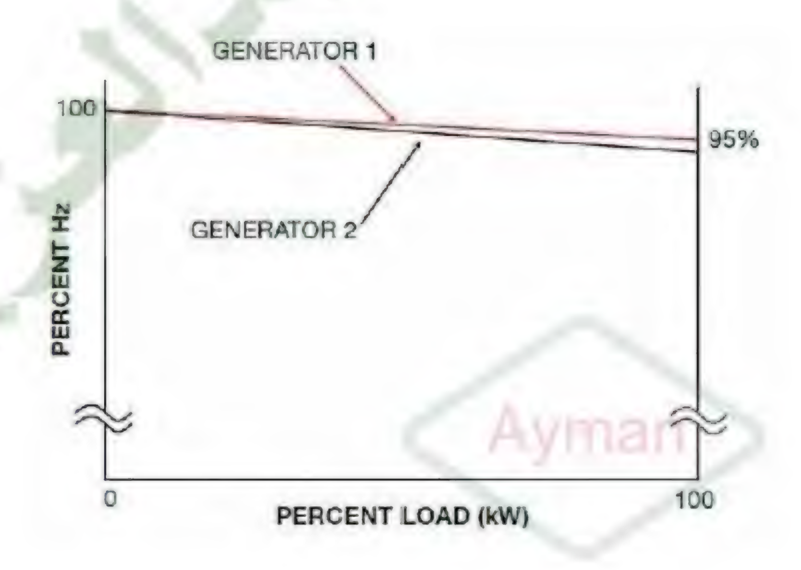


انظمة تشغيل الجفرنر

- خفض التردد Droop
- تثبيت التردد isochronus

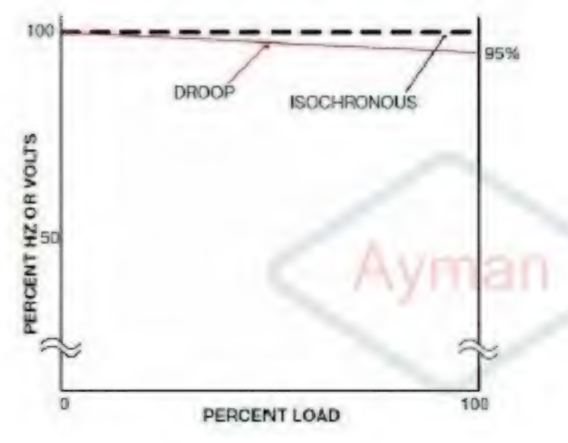
خفض التردد Droop

(اشهر مثال هو الجفرنر الميكانيكى –الطرد المركزى)
الجفرنر الالكترونى فيه خاصية ال droop بارده
خفض التردد بزيادة التحميل
نسبة الخفض = سرعة اللاحمل-سرعة الحمل الكامل/سرعة اللاحمل *١٠٠ وهى فى حدود (٣-٥%) لو ٣% اى ١,٥ هرتز
بمعنى اخر تردد المولد فى حالة اللاحمل هو ٥١,٥ هرتز وبزيادة التحميل يتم خفض التردد حتى الوصول للحمل الكامل ١٠٠% يقابله تردد ٥٠ هرتز
ميزة هذا النظام هى الاستمرارية ولكن على حساب جودة البور (لان التردد بيتغير) بالتالى اى جهاز حساس للاختلاف ى التردد مش هيشتغل او هيتلف...
يستخدم فى حالة كان الجفرنر ميكانيكى (طرد مركزى) لان هذا هو اسلوب عمل الجفرنر الميكانيكى
يستخدم فى حالة تشغيل مولد قدرته صغيرة توازى مع الشبكة مثلا (قدرة مالانهاية)
او فى حالة تشغيل المولدات توازى بدون وجود ريليهات توزيع الاحمال فالمولد اللى الجفرنر بتاعه مظبوط على خفض اكتر يحمل بحمل اقل كما موضح بالرسم التالى



تثبيت التردد Isochronus= iso+chronus يعنى فى نفس الوقت

يتم الحفاظ على التردد ثابتا عند ٥٠ هرتز فى حالة اللاحمل وبزيادة التحميل يقل التردد فيزيد الجفرنر من السرعة للحفاظ على التردد ثابت عند ٥٠ هرتز
يستخدم فى حالة تشغيل مولد قدرة كبيرة توازى مع مولد قدرة صغيرة حيث يعمل مولد القدرة الكبيرة ب isochronus ويكون مسئول عن ضبط التردد (لانه بمحافظته على التردد معناه ان الحمل الزائد هيتحمل على المولد الكبير مش الصغير وهو ادها وأدود) ويعمل مولد القدرة الصغيرة ب drooP (لان بخفض التردد كما علمنا يخفض من التحميل لانه مولد صغير ولو اشتغل بنظام isochronus بالتالى هيحافظ على التردد وهو قدرته اقل من الحمل يعنى هيحصل عليه تحميل زائد. من ناحية اخرى محاولة الجفرنر لكل مولد لضبط التردد على حدى من المولد الاخر هيسبب عدم استقرار للتردد)
يستخدم فى الاغلب مع الجفرنر الالكترونى لانه بيحتاج ظبط مستمر ودائم للتردد ولكن ميزته ان تردد خرج المولد ثابت دائما (يعتمد على سرعة استجابة الجفرنر) بالتالى يمكن تشغيل الاحمال الحساسة للتردد
ايضا بتشغيل المولدات على التوازى وربط ريلاى توزيع الاحمال لكل مولد بالاخر يمكن التحكم فى مقدار تحميل المولد
احد مشاكله فى حالة تشغيل مولد قدرة كبيرة وليكن ٢ ميجا وسرعة دوران منخفضة مع مولد قدرة منخفضة وليكن ٢٠٠ كيلو وسرعة دورانه عالية اكيد بذكر السرعة تعرف ان المشكلة فى زمن الاستجابة من الجفرنر بالتالى المولد صغير القدرة زمن الاستجابة لديه اسرع من المولد الكبير بالتالى قد ينتج عن ذلك ارتفاع تردد خرج المولد الصغير (اثناء محاولة المولد الكبير ضبط السرعة لتعويض الاحمال الزائدة) بالتالى قد يفصل المولد الصغير بسبب ارتفاع التردد ايضا قد يفصل المولد الكبير بسبب ريلاى انعكاس القدرة ظنا منه وجود انعكاس فى القدرة...
اذا استخدم فى حالة مولدات توازى يجب ان يكون هناك ريلاى لتوزيع الاحمال




Engine
RPM
Desired
Engine RPM
السرعة ثابتة بتغير الحمل
سرعة الديزل
Isochronous
Operation Mode
حمل المولد
100%


السرعة عند اللاحمل
Adjustable
السرعة عند الحمل الكامل
سرعة الديزل
Droop
Operation Mode
0%
حمل المولد
100%

جهاز التحكم فى السرعة Governer

- التغذية

١. هناك بعض الانواع من الجفرنر تعمل ب ٢٢٠ فولت من خرج المولد بالتالى يكون المولد بلا تحكم فى السرعة حتى يصل جهد الخرج الى قيمة تشغل متحكم السرعة والامن طبعا والافضل ان يكون الجفرنر يعمل بجهد البطارية سواء ١٢ او ٢٤ فولت لتضمن التحكم التام والامن للمولد من لحظة البدء حتى لحظة الايقاف

٢. التغذية ١٢ او ٢٤ فولت مستمر بواسطة بطارية لضمان التحكم فى المحرك من لحظة البدء حتى توقف المحرك

- يفضل وجود فيوز ١٠ امبير لحماية البطارية (يوصل مع السلك الموجب)
- تأرض البطارية بتوصيل السلك السالب للبطارية بالارضى
- عكس قطبية البطارية بالجهاز سيؤدى لضرب الفيوز (الجهاز محدد فيه مكان موجب البطارية ومكان توصيل سالب البطارية)

- المقاومة المتغيرة
  - توجد مقاومة متغيرة لضبط مقدار وقود البدء للمحرك
  - توجد مقاومة متغيرة لضبط مقدار خفض السرعة droop
  - توجد مقاومة متغيرة لضبط السرعة idle (سرعة اللا حمل)
  - توصل مقاومة متغيرة بالجهاز للتحكم فى السرعة (التردد)
  - توجد مقاومة متغيرة لضبطstability اى الاستقرارية (اى كيفية استجابة الجهاز لتغير التردد)
  - توجد مقاومة متغيرة لضبط– gain (مقدار التغير فى الوقود المقابل للتغير فى التردد)
  - توجد مقاومة متغيرة لضبط معدل الزيادة فى السرعة

- الدخل
  - يوصل حساس السرعة بكابل شيلد مجدول ويوصل الشيلد بالارضى ناحية الجهاز فقط ولا يوصل بالارضى ناحية المولد
  - توصل كونتاكت بالجهاز لتشغيل المحرك بسرعة منخفضة فى حالة التوازى او بدء المحركات وتسمى droop
  - فيه كونتاكت عند غلقة يدور المحرك ب idle speed (سرعة اللا حمل) وفيه مسمار صغير لضبط قيمة هذه السرعة وفتح هذا الكونتاكت يدور المولد بالسرعة المقننة
  - توصل بالجهاز اشارة متغيرة من جهاز التزامن او جهاز توزيع الاحمال للتحكم فى سرعة المولد
  - فى حالة التطبيقات التى تطلب الحد من الادخنة يمكن اضافة مكثف لنقط معينة فى الجهاز لزيادة زمن الانتقال من السرعة الidle للسرعة المقننة rated

- الخرج
  - ➢ ٢ كونتاكت للتحكم بمحرك وجه واحد بعكس حركة لزيادة او خفض الوقود ايضا يمكن توصيله بمحرك بمقاومة متغيرة لتحويل الخرج الى اشارة انالوج توصل بدريف السيرفو محرك فى حالة الجغرنر الالكترونى
  - ➢ او كونتاكت واحد يوصل بالاكتيواتر الكهرومغناطيسى (الاكتيواتر ٣٥ درجة) للتحكم فى الوقود

مثال

- التغذية ١٢ او ٢٤ فولت مستمر بواسطة بطارية لضمان التحكم فى المحرك من لحظة البدء حتى توقف المحرك وتوصل بين ٥ (سالب)-٦ (موجب)
- يوصل حساس السرعة بكابل شيلد مجدول بين ٣-٤
- خرج الجهاز كونتاكت واحد يوصل بالاكتيواتر الكهرومغناطيسى للتحكم فى الوقود بين ١-٢
- توصل مقاومة متغيرة ٥ ك اوم بين ٧-٨-٩ للتحكم فى التردد
- توصل كونتاكت بين ١٠-١١ لتشغيل المحرك بسرعة منخفضة فى حالة التوازى او بدء المحركات
- توصل على ١٣ اشارة متغيرة من جهاز التزامن او جهاز تقسيم الاحمال للتحكم فى سرعة المولد



ملاحظات

- يجب ان يكون هناك سلونويد لغلق خط الوقود فى حالة الطوارىء ولا يجب الاعتماد فقط على وجود متحكم السرعة الجفرنر Governer
- يفضل ترك ال Gain و Stability فى منتصف الرانج (ضبط المصنع) ولو المولد بعد البدء سرعته مش ثابته يتم تقليلهم (عن طريق اللف عكس عقارب الساعة)
- يتم ضبط كمية وقود البدء للمحرك (تختلف باختلاف حرارة الجو) باستخدام البوتنشمتر او المقاومة المتغيرة
- يتم ضبط الاستقرار stability فى حالة اللاحمل وذلك بزيادة ال stability بادارة المقاومة مع عقارب الساعة حتى يحدث عدم الاستقرار(زيادة الاستقرار يعنى بطء الجهاز فى الاستجابة للتغير الحادث فى التردد) ثم ندير عكس عقارب الساعة حتى حدوث الاستقرار ثم لفة (دورة) كمان عكس عقارب الساعة كزيادة تاكيد
- خفض السرعة او ال Droop مفيد فى حالة تشغيل المولدات على التوازى (لعمل توزيع للاحمال الفعالة) حيث يتم خفض السرعة بزيادة التحميل اى بزيادة التيار عن تيار اللاحمل ويوجد مقاومة متغيرة لزيادة او خفض مقدار الانخفاض Droop وهى مفيدة ايضا فى حالة بدء المحركات
- لو جهد البطارية اقل من الجهد الطبيعى الاكتيواتر مش هيعمل جيدا وهيسبب عدم الاستقرار للنظام (السماحية +/- ٢ فولت)

الاعطال

	المشكلة	السبب
١	عدم بدء محرك الديزل	جهد البطارية اقل من المسموح به +/- ٢ فولت بالتالى الاكتيواتر لم يستطع فتح الوقود !
		المسافة بين الحساس والتارة كبيرة بالتالى جهد الفيد باك الخاص بالسرعة قليل
		تلف الاكتيواتر او انثناء فيه
٢	الاكتيواتر لا يفتح بالكامل	جهد البطارية اقل من المسموح به +/- ٢ فولت
		تلف الاكتيواتر او انثناء فيه
٣	سرعة الديزل غير ثابتة	قم بتقليل ال stability-gain كما تم الايضاح
		اتاكد ان التوصيل ميكانيكيا جيد بين الطلمبة او الغالف والاكتيواتر
٤	السرعة عالية للديزل	قم بزيادة ال stability-gain كما تم الايضاح
		قم بمراجعة توصيلات حساس السرعة
		مشكلة بالاكتيواتر او انثناء فى اللينك

ريلاى السرعة

له ثلاث استخدامات رئيسية

١. فصل محرك البدء (المارش) بعد دوران الديزل
٢. حماية ضد انخفاض السرعة
٢. حماية ضد زيادة السرعة

متحكم الجهد AVR

جهد المولد يعتمد على سرعة الدوران وعلى مجال العضور الدوار (ملفات المجال) وحيث ان سرعة المولد يتم تثبيتها بواسطة الجفرنر لتثبيت التردد ، فجهد خرج المولد يتناسب مع تيار ملفات المجال
وظيفة متحكم الجهد او AVR التحكم فى جهد ملفات المجال بالتالى فى المجال لتثبيت جهد خرج المولد عند الجهد المقنن

طيب ليه لا نحسب قيمة فولت ملفات المجال ويثبت على كده
بالتالى جهد الخرج ثابت وبلا وجع دماغ جهاز تحكم الجهد ؟؟
لسبب بسيط ان زيادة الحمل على المولد تخفض الجهد ، وخفض الحمل يزود الجهد لذا فانه من الضرورة بمكان وجود جهاز يتحكم فى الجهد اليا تبعا لتغير الحمل، ايضا فى حالة تشغيل المولدات على التوازى فان التحكم فى ملفات المجال ضرورى لتوزيع القدرة الغير الفعالة للاحمال (كيلو فار) على المولدات وعدم حدوث تيارات دوارة بين المولدات .ايضا منظم الجهد هام فى المساعدة على تشغيل الاحمال الغير خطية



مكان منظم الجهد



5 Figure

الوصول لمنظم الجهد



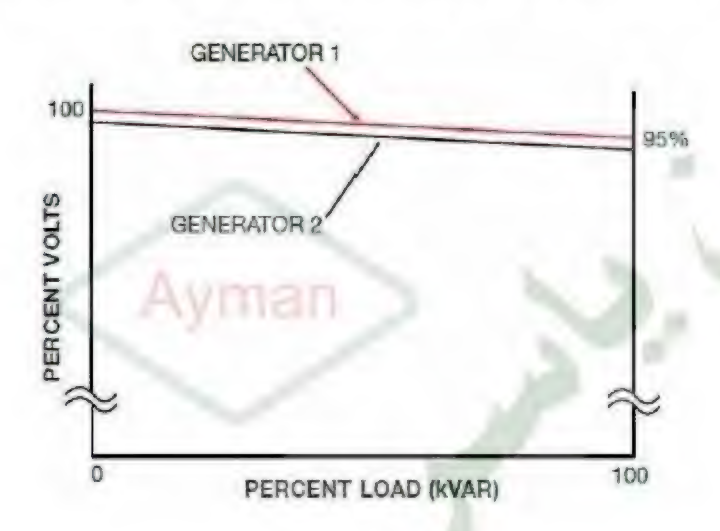
6 Figure

نظام العمل

- خفض الجهد بزيادة التحميل Droop
- تثبيت الجهد بغض النظر عن الحمل Isochronus

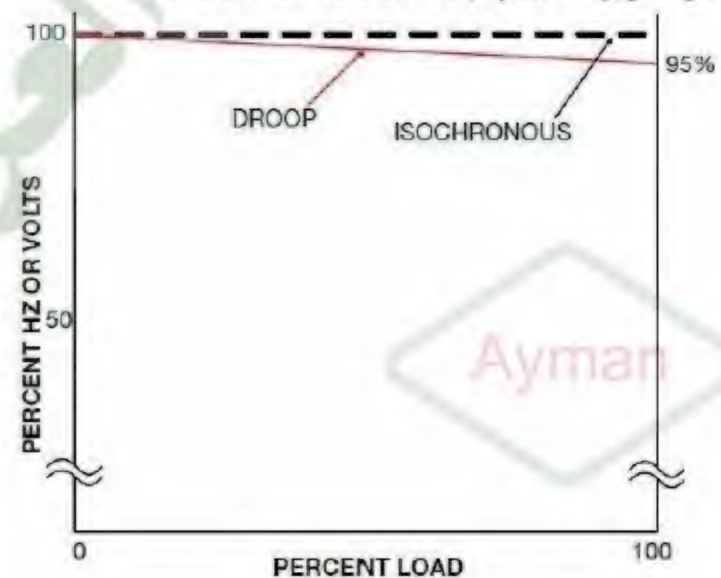
Droop

يخفض الجهد بزيادة التحميل (ضرورى خصوصا فى حالة التوازى لعمل توزيع للقدرة الغير الفعالة)
بمعنى اخر يكون الجهد المولد فى حالة اللاحمل اعلى من الجهد التشغيل بمقدار ٢-٥% ويقل الجهد بزيادة التحميل حتى يصل الى الجهد المقنن عند الحمل الكامل ويستخدم فى حالة تشغيل المولدات على التوازى (فى حالة عدم وجود ربط بين ريليهات توزيع الاحمال للمولدات)



Constant

يثبت الجهد مهما تغير الحمل وهيسبب مشاكل فى حالة تشغيل المولدات على التوازى لان كل منظم جهد هيحاول يظبط الجهد على حدة والنتيجة الجهد مش هيثبت لذا لو تريد استخدامه لازم وجود ريلاى توزيع الاحمال لكل مولد ويربط بينهم ب communication



- للجهاز جهدين رئيسيين

١. جهد تغذية البور للجهاز
- جهد تغذية منظم الجهد (جهد البور) ممكن يكون نفس جهد الحساس (حساس الجهد) او يختلف عنه
- لو جهد البور للجهاز تردده ٢٠٠ هرتز يبقى بيتغذى من PMG وبيركب على مولد تغذية منفصلة
- فيه انواع جهد التغذية ٣٠-٢٦٠ فولت وتردد من ٥٠-٥٠٠ هرتز ليسمح بتوصيله بالمولد فى حالة مولد بتغذية ذاتية او بخرج مولد المغناطيس الدائم PMGفى حالة المولد بتغذية منفصلة
- الجهد المتولد نتيجة المغناطيسية المتبقية (فى حالة المولد التغذية الذاتية) على اطراف بور الجهاز يجب الا تقل عن ٥ فولت متردد (اقل جهد لتشغيل المنظم)

٢. جهد الحساس اى جهد خرج المولد المراد تثبيته
- يوجد انواع بها جهود مختلفة ل (حساس الجهد) يتم ضبطها بواسطة dip sw (سويتش غاطس صغير)
- يتم توصيل محول جهد فى حالة لو جهد حساس الجهد مختلف عن جهد خرج المولد

- خرج الجهاز
  - جهد مستمر من صفر حتى ٩٠ فولت تقريبا وامبير حتى ٤ امبير تقريبا ويوجد سويتش Dip SW تتحدد به قدرة المولد
  - يجب توصيل ملفات المجال بنقط خرج الجهاز مع مراعاة قطبية التوصيل فلو المولد بتغذية ذاتية وفيه مغناطيسية متبقية وسيادتك عكست القطبية هتلغى المغناطيسية المتبقية ومش هيعرف المولد يبنى جهد
  - فيه بعض الاجهزة توصل بها بطارية وسويتش يتم تشغيله لاعادة المغناطيسية المتبقية لملفات المجال (فى حالة المولد تغذية ذاتية) واجهزة اخرى لا يوجد بها ، واذا اردت ان تعيد المغناطيسية تفك اطرف ملفات المجال من الجهاز وتوصلها ببطارية بجهد معين ومقاومة بقيمة معينه لمدة لاتزيد عن ٣ ثوانى كما ستشرح بالتفصيل لاحقا

- يوجد عدد من المقاومات المتغيرة بالجهاز

لف (ادارة) المقاومة مع عقارب الساعة يزيد القيمة،وعكس عقارب الساعة يقلل القيمة

١. **الفولت:** مسمار او مقاومة متغيرة لضبط جهد خرج المولد
٢. **الاستقرارية:** مسمار او مقاومة متغيرة لضبط الاستقرارية
٣. **خفض الجهد Droop:** مسمار او مقاومة متغيرة لضبط قيمة خفض الجهد فى حالة تشغيل مولدات على التوازى (يجب توصيل محول التيار فى هذه الحالة)
٤. **انخفاض التردد:** مسمار او مقاومة متغيرة لضبط قيمة الحماية لانخفاض التردد وتوجد ليد تضىء فى حالة انخفاض التردد (يقوم الجهاز فى هذه الحالة بخفض الجهد) وده مفيد فى حالة بدء المحركات كبيرة الحجم حيث نعطى اشارة (كونتاكت يدوى) لمتحكم السرعة لخفض السرعة لقيمة معينة فينخفض التردد فيشعر متحكم الجهد بخفض التردد فيخفض الجهد هو الاخر بالتالى نبدء المحرك بجهد وتردد منخفض لخفض امبير البدء ثم يعيد الجغرنر السرعة كما كانت فيعيد متحكم الجهد الجهد كما كان (لازم تكون مختار تردد المولد عن طريق dip SW لو مثلا المولد ٥٠ هرتز وانت ظبطت الجهاز على ٦٠ هرتز الجهاز هيقيس التردد يلاقيه ٥٠ هرتز بالتالى هينور الليد ويعمل خفض للجهد)
٥. **خفض الجهد Trim** : مسمار او مقاومة متغيرة لضبط قيمة خفض الجهد فى حالة انخفاض التردد

- مقاومات خارجية يمكن توصيلها

١. **مقاومة خارجيةلضبط الجهد:** مقاومة بقيمة وقدرة معينة تختلف من جهاز واخر يتم توصيلها بالجهاز للتحكم فى جهد المولد
٢. **اشارة انالوج لضبط انخفاض الجهد:** اشارة من جهاز توزيع الاحمال الغير فعالة reactive load sharing للتحكم فى مقدار خفض الجهد فى حالة تشغيل المولدات على التوازى لتوزيع الاحمال الغير فعالة بينهم بالتناسب مع قدرة المولد

- محول التيار
  - محول التيار يستخدم فقط فى حالة تشغيل المولدات على التوازى ولو المولد هيشتغل لوحده يجب عمل شورت على اطراف ثانوى محول التيار حتى لايؤثر على اداء منظم الجهد (لو عندك مولد واحد اكيد اصلا مش هتركب محول تيار وهيكون فيه كوبرى على النقطتين ،لكن لو عندك مولدين هتركب محول التيار فلو هتشغلهم توازى يبقى محول التيار متوصل ولو واحد بس اللى هيشتغل لازم تعمل شورت على ثانوى محول التيار علشان تلغيه كما اوضحت)
  - محول التيار يجب ان يركب على فازة مختلفة عن فازتين تغذية المنظم، والثانوى بتاعه يكون ١ امبير (طبقا للجهاز المشروح) وفى الانواع الاخرى ممكن يكون فيه Dips SW تحدد به امبير ثانوى محول التيار
  - يقوم محول التيار باعطاء اشارة للجهاز تعبر عن معامل القدرة للمولد لتخفيض الجهد ب ٥% عند (الحمل الكامل ومعامل قدرة بصفر) فى حالة التشغيل التوازى ، ويوجد مسمار لزيادة مقدار الخفض Droop عن ٥% لو اردت وسنشرح بالتفصيل لاحقا

توصيل الجهاز لاول مرة

عند توصيل الجهاز لاول مرة وتشغيل المولد ولم يتم بناء الجهد اى لم يكن هناك جهد خرج للمولد

- لو الجهاز فيه حماية ضد انخفاض التردد تشيك على الليد لو منورة يعنى فصل لانخفاض التردد يتم لف مسمار ضبط التردد لضبط الانخفاض المسموح به او ضبط الجفرنر لضبط التردد والتاكد من انطفاء الليد
- ممكن تكون قطبية ملفات المجال معكوسة، تقوم بايقاف المولد وعكس اطراف توصيل ملفات المجال بنقاط خرج المنظم الجهد (لان لو المولد بتغذية ذاتية وفيه مغناطيسية متبقية وسيادتك عكست القطبية هتلغى المغناطيسية المتبقية ومش هيعرف المولد يبنى جهد) ثم يتم اعادة المحاولة
- لو خرج المولد جهد يبقى كده اشطه والمشكلة كانت ان قطبية ملفات المجال كانت معكوسة
- لو بارده لم يتم بناء الجهد ولم يكن هناك خرج للمولد يتم التاكد من سرعة المولد بواسطة الجفرنر (لو سرعة المولد قليلة الجهد المتبقى هيبقى قليل)

- لو سرعة المولد مظبوطه يبقى المغناطيسية المتبقية ضعيفة ويتم التاكد بفصل البور عن منظم الجهد وتشغيل المولد وقياس جهد خرج المولد على نقاط (حساس الجهد بالمنظم)
  - ✓ لو اقل من ٥ فولت يبقى المغناطيسية المتبقية ضعيفة
  - ✓ لو اكبر من او يساوى ٥ فولت يبقى منظم الجهد نفسه اللى بايظ

اعادة المغناطيسية المتبقية لملفات المجال

يتم فك اطراف ملفات المجال (من + و -) الجهاز - عدم فكهم سيعرض منظم الجهد للتلف -

يتم توصيل جهد مستمر ٣-١٢ فولت توالى مع مقاومة من ٣-٥ اوم (٢٠ وات) توالى مع ملفات المجال بحيث طرف ملف المجال اللى هيتوصل ب + المنظم يتوصل بالموجب البطارية وطرف ملف المجال اللى هيتوصل بالجهاز ب - يتوصل بالسالب البطارية

مثلا يتم توصيل طرف ١٢ فولت موجب من بطارية لمقاومة ٥ اوم ٢٠ وات وطرف المقاومة بطرف الملف المجال(اللى هيتوصل ب + المنظم) وطرف ملف المجال التانى (اللى هيتوصل ب - المنظم) يتوصل بسالب البطارية لمدة ٣ **ثوانى فقط** (٣-٥ ثانية)ثم يتم فك اطراف ملفات المجال وتوصيلها بالجهاز طبقا للقطبية المشروحة سلفا موجب و سالب

ظبط جهد خرج المولد

١. يتم لف مسمار ظبط الجهد فى الكارتة عكس عقارب الساعة
٢. يتم ظبط المقاومة الخارجية لظبط الجهد فى المنتصف تقريبا (ولو مش عايز مقاومة خارجية اعمل بريدج بين نقطتين المقاومة الخارجية)
٣. اظبط مسمار ضبط الاستقرارية فى الجهاز على المنتصف
٤. وصل فلوتميتر على خرج المولد لمعرفة الجهد
٥. شغل المولد بلا حمل
٦. قم بزيادة مسمار ضبط الجهد فى الجهاز مع عقارب الساعة ببطء ومراقبة الجهد حتى الوصول للقيمة المطلوبة
٧. شكرا

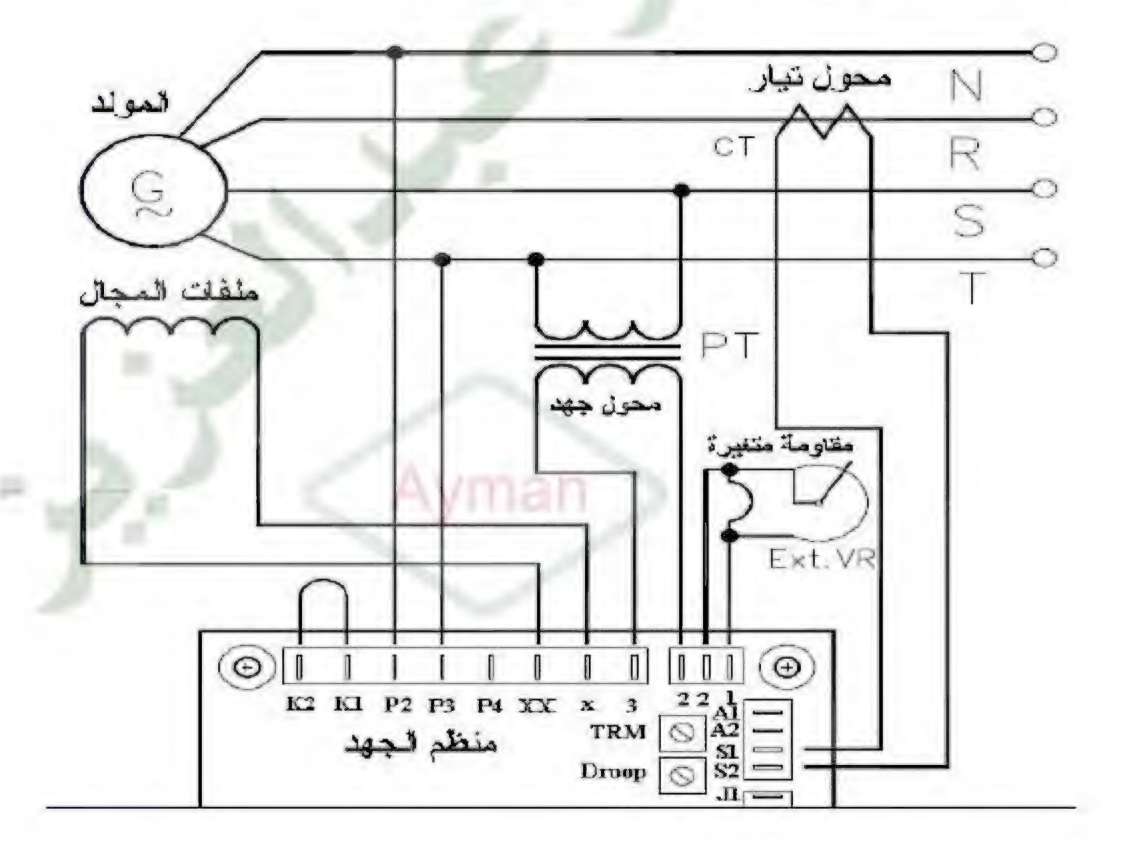
ضبط سرعة الاستجابة

- لو جهد المولد متذبذب يتم لف مسمار الاستقرارية مع عقارب الساعة تدريجيا حتى ثبات الجهد
- لو جهد المولد مظبوط وعايز تعيد ظبط الاستقرارية لف المسمار عكس عقارب الساعة حتى حدوث عدم استقرار للجهد ثم لفه قليلا مع عقارب الساعة حتى يستقر الجهد مرة اخرى
- **افضل استقرار للجهد لما يكون المسمار فى وضع معين بحيث لو لفيته قليلا عكس عقارب الساعة يحصل عدم استقرار !!**

اختبار سرعة الاستجابة

يتم قطع جهد الحساس عن ال AVR (اطراف توصيل جهد المولد اللى على ٢-٣) علشان يقرا الجهاز ان جهد المولد بصفر ، وقياس الجهد الخارج من المولد لمدة ثانيتين

١. فاذا لم يتغير الجهد يبقى الاستقرار فله وزمن الاستجابة معقول (طبعا رجع التوصيل تانى يافالح بعد الثانيتين)
٢. اذا تغير الجهد يتم تقليل زمن الاستجابة
٣. الفكرة ان احسن استقرار لما الجهاز مايغيرشى فى خرج المولد الا بعد ثانيتين من احساسه باختلاف الجهد



مثال

- يتم توصيل محول جهد فى حالة لو جهد حساس الجهد مختلف عن جهد خرج المولد مثلا الصورة السابقة جهد حساس الجهد هو ٢١٩-٢٦٤ فولت متردد (جهد المولد ٣٨٠ فولت بين فازيتن) لذا تم استخدام محول جهد بالنقطتين ٢-٣ ودول اطراف جهد خرج المولد المراد تثبيته (حساس الجهد) (لم يتم استخدام فازة ونيوترال ٢٢٠ فولت لان الافضل تستخدم فازتين وليس فازة واحدة)
- يوجد نقطتين لتغذية البور للجهاز P2-P3 (فى الصورة تم توصيلهم ايضا من المولد) لان جهدهم نفس جهد وتردد جهد الحساس (٢٢٠ فولت فتم استخدام فازة ونيوترال من المولد)
- الجهد المتبقى نتيجة المغناطيسية المتبقية (فى حالة المولد التغذية الذاتية) على اطراف الجهاز P1-P2 يجب الا تقل عن ٥ فولت
- جهد خرج الجهاز السابق اقصى جهد خرج ٩٠ فولت مستمر و اقصى تياره ٤ امبير (A-B-C جمبر منه تحدد قدرة المولد كما موضح بالصورة ولو تم اعادة ضبط القدرة يتم اعادة ضبط الاستقرارية)
- يتم توصيل ملفات المجال ب x-xx بحيث X توصل بال + ملفات المجال و XX توصل بسالب ملفات المجال (طيب ملفات المجال ليها موجب وسالب؟؟؟ مش دى ياحاج ملفات يعنى ليها طرفين بغذيهم بالكهربا وشكرا ولا ايش؟ سيادتك لو المولد بتغذية ذاتية وفيه مغناطيسية متبقية وسيادتك عكست القطبية هتلغى المغناطيسية المتبقية ومش هيعرف المولد يبنى جهد
- يتم توصيل مقاومة متغيرة ١ كيلو اوم (١ وات) بين ١-٢ للتحكم فى جهد خرج المولد (لو مش عايز مقاومة خارجية اعمل جمبر بين ١-٢) مع ملاحظة قيمة المقاومة تختلف باختلاف ماركة منظم الجهد
- يتم ضبط جهد المولد عن طريق المقاومة المتغيرة الموجود بالجهاز او عن طريق المقاومة المتغير الخارجية اللى وصلناها بين ١-٢



- يتم توصيل اشارة من جهاز توزيع الاحمال الغير فعالة reactive load sharing للنقطتين A1-A2 للتحكم فى مقدار خفض الجهد فى حالة تشغيل المولدات على التوازى لتوزيع الاحمال الغير فعالة بينهم بالتناسب مع قدرة المولد

الاعطال

	العطل	السبب
١	عدم بناء المولد جهد	فى حالة مولد تغذية منفصلة يتم قياس جهد PMG لو مظبوط يبقى المشكلة فى منظم الجهد نفسه لو مش مظبوط يبقى المشكلة فى PMG فى حالة المولد بتغذية ذاتية يتم قياس الجهد المتبقى المتولد لو اقل من ٥ فولت يبقى يجب اعادة المغناطيسية المتبقية للملفات لو اكبر من ٥ فولت يبقى المشكلة فى منظم الجهد
٢	جهد المولد غير مظبوط	التاكد من المقاومة المتغير لظبط الجهد بالمنظم التاكد من المقاومة المتغيرة الخارجية ان وجدت التاكد من ظبط مقدار خفض الجهد فى حالة انخفاض سرعة الديزل فى المنظم والتاكد من سرعة الديزل ومن عدم عمل حماية خفض الجهد فى المنظم
٣	المولد يبنى جهد ببطء	التاكد من ضبط المقاومة المتغيرة الخاصة بزمن التسارع ان وجدت بالمنظم generator accelerator or ramp potentiometer
٤	الفولت يرتفع لمقدار عالى	تاكد من توصيلات منظم الجهد
٥	الجهد يرتفع لمقدار عالى ثم ينخفض	تاكد من توصيلات منظم الجهد
٦	الفولت مظبوط وعند التحميل ينخفض	تاكد من قدرة الحمل وقدرة المولد تاكد من عدم انخفاض السرعة بالتحميل وظبط الجفرنر ان لزم الامر تاكد من عدم عمل منظم الجهد خفض للجهد بسبب انخفاض التردد تاكد من سلامة قنطرة توحيد الجهد الدوارة
٧	الجهد غير مستقر فى حالة لاحمل وفى حالة الحمل	تاكد من ثبات سرعة الديزل تاكد من توصيلات منظم الجهد قم بظبط الاستقرارية

تشغيل المولد

- تاكد من صحة توصيل كابلات المولد
- تاكد من ربط الكابلات جيدا
- تاكد من عدم وجود عدد او ادوات تعيق حركة المولد
- التاكد من فصل سكينة المولد
- قم بفصل بور منظم الجهد
- قم بتشغيل المولد للسرعة المقننة وقياس خرج المولد يجب ان يكون من ١٠-٢٥% من جهد المولد وتاكد من تساوى الجهد على الثلاث فازات وبين الفاز والنيوترال (قم بتدوين هذه القيم كمرجع فى حالة الاعطال) والهدف من هذه الخطوة التاكد من صحة توصيلات كابلات المولد حتى لاتعرضه للتلف (لو كان فيه خطا فى توصيلات بور المولد وكان منظم الجهد متوصل)
- قم بايقاف المولد وتوصيل بور لمنظم الجهد وتشغيل المولد مرة اخرى وظبط جهد خرج المولد بواسطة منظم الجهد والتاكد من اتزان جهد خرج الثلاث فازات للمولد وتسجيل جهد ملفات المجال (خرج منظم الجهد) وجهد خرج المولد فى حالة اللاحمل كمرجع فى حالة الاعطال
- قم بغلق سكينة المولد ومراقبة امبير الحمل وتردد وجهد المولد فى حالة الحمل واعادة الضبط عند الضرورة

ملاحظات

- يفضل فصل سكينة الحمل قبل ايقاف المولد خصوصا لو الحمل معرض للتلف فى حالة انخفاض الجهد والتردد اثناء ايقاف المولد
- تاكد دائما من نظافة ملفات المولد وعدم تراكم اتربة/زيوت عليها، وفى حالة تراكم الاتربة والزيوت عليها بصورة كبيرة يجب ان يتم فك المولد وتنظيف الملفات وتجفيفه وتجميعه مرة اخرى واكيد الكلام ده فى مركز متخصص!
- يجب التاكد من نعومة وعدم صدور اصوات لرومان البلى بعد ١٠٠٠ ساعة تشغيل
- يجب كل ٢٠٠٠ ساعة تشغيل قياس جهد خرج المولد فى حالة اللاحمل ومقارنته بالقيم المسجلة اثناء تركيب المولد للمرة الاولى لو الفولت اعلى بكتير عما هو مسجل (عند نفس السرعة) ده معناه مشكلة فى ملفات مجال الاكسيتر او موحدات الجهد الدوارة
- قياس عزل الملفات بميجر ٥٠٠ فولت مستمر يجب ان تكون المقاومة ٢ ميجا اوم لو اقل من كده يبقى لازم تجفيف المولد فى مركز متخصص

- المولدات المخزنة او الغير عاملة لفترة طويلة يحتمل ان يكون تشبعت بالرطوبة بالتالى اذا تم تشغيلها فهى معرضة للتلف لذا يجب تجفيفها اولا قبل التشغيل ويتم ذلك بتشغيل سخان المولد ان وجد ويمكن وضع غطاء على المولد لتسريع العملية ولكن لازم يكون في فتحة فى اعلى الغطاء لاخراج الرطوبة حتى لاتتكثف على المولد والطريقة الثانية هى فصل بور منظم الجهد وتشغيل المولد بلا حمل زمن معين حتى تتبخر الرطوبة من الملفات ويمكن تسريع هذه العملية بتسخين هواء دخل المولد
- تشغيل المولد بلا حمل وبجهد ملفات المجال ثابت من بطارية (١٢ او ٢٤ فولت حسب القدرة) بدلا من منظم الجهد وقياس خرج المولد يجب ان يكون تقريبا الجهد المسجل على اليافطة لو الفرق كبير يبقى فيه مشكل فى ملفات المجال او الدايود الو الفاريستور

الفصل الثامن
تشغيل المولدات على التوازى

تشغيل المولدات على التوازى

يتم اللجوء لتشغيل مولدات على التوازى لاسباب عديدة منها

١. التوسع فى المصنع وزيادة الاحمال فيتم اضافة وحدة تحميل اضافية
٢. اختيار ٢ مولد بدلا من مولد واحد كبير للحصول على استمرارية افضل ففى حالة تعطل احد المولدات او صيانتها فان المولد الاخر يعمل بالتالى تم فصل نصف الاحمال فقط بدلا من الاحمال كلها فى حالة مولد واحد كبير
٣. اختيار ٢ مولد بدلا من واحد كبير لاعتبارات الحجم والوزن

شروط تشغيل المولدات على التوازى

١. نفس الجهد
٢. نفس التردد
٣. نفس تتابع الاوجه
٤. نفس الاختلاف الوجهى

نفس تتابع الفازات	
اختلاف الفولت	+/- ٠,٥% (١,٩فولت لـ ٣٨٠ فولت)
اختلاف التردد	+/- ٠,١% (٠,٥ هرتز لـ ٥٠ هرتز)
الاختلاف الوجهى	+/- ١٠ درجات
زمن غلق السكينة	٥٠ مللى ثانية

الاجهزة الاساسية المطلوبة

١. اميتر لقياس تيار كل مولد
٢. وات ميتر لقياس كيلو وات الحمل على كل مولد
٣. فولتميتر واحد ويتم توصيله على سلكتور بحيث فى وضع معين يقيس جهد المولد الاول وتغير وضع السلكتور يجعل الفوتميتر يقيس جهد المولد الثانى والسبب فى ذلك لتجنب اى نسبة خطا فى قياس الجهد للمولدين ناتجة من اختلاف دقة الفولتميتر المستخدم لكل مولد
٤. جهاز لقياس التردد مع سلكتور لتوصيله بالمولد الاول او الثانى
٥. ريلاى انعكاس القدرة لفصل سكينة المولد فى حالة توقف الديزل لاى سبب (مثل انخفاض ضغط الزيت او ارتفاع الحرارة) حتى لا يعمل المولد كمحرك ويتلف (حيث سيغذى المولد الاخر مولد الديزل المتوقف ويعمل كمحرك ويحترق)
٦. لمبات التزامن (جهد اللمبات ضعف الجهد المقنن للمولد)
٧. جهاز التزامن –ريلاى توزيع الاحمال لعمل تزامن وتوزيع الاحمال اليا

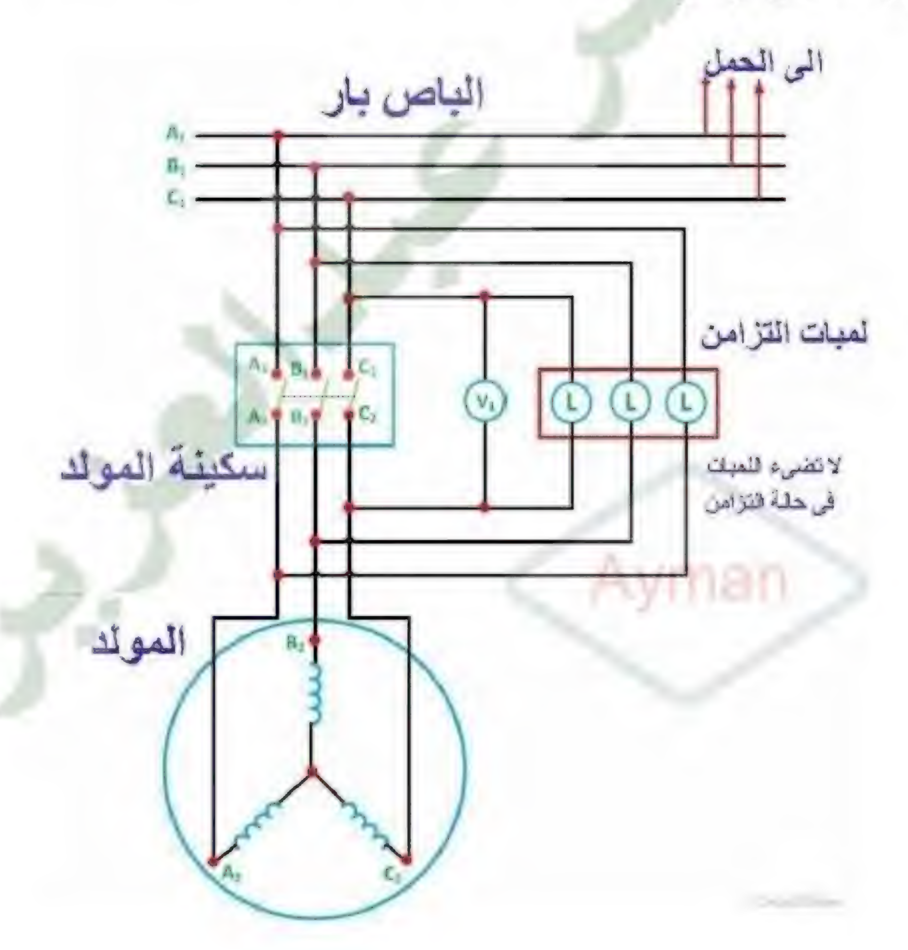
يجب مراعاة الاتى فى حالة التوازى

- ✓ ضمان فصل المولد عن الباص بار فى حالة عطل الديزل لتجنب انعكاس القدرة وعمل المولد كمحرك وتلفه
- ✓ ضمان عدم انقطاع او فقد مجال المولد اثناء التوازى فسيسبب ذلك تذبذب عالى للتيار يدمر ملفات المولد

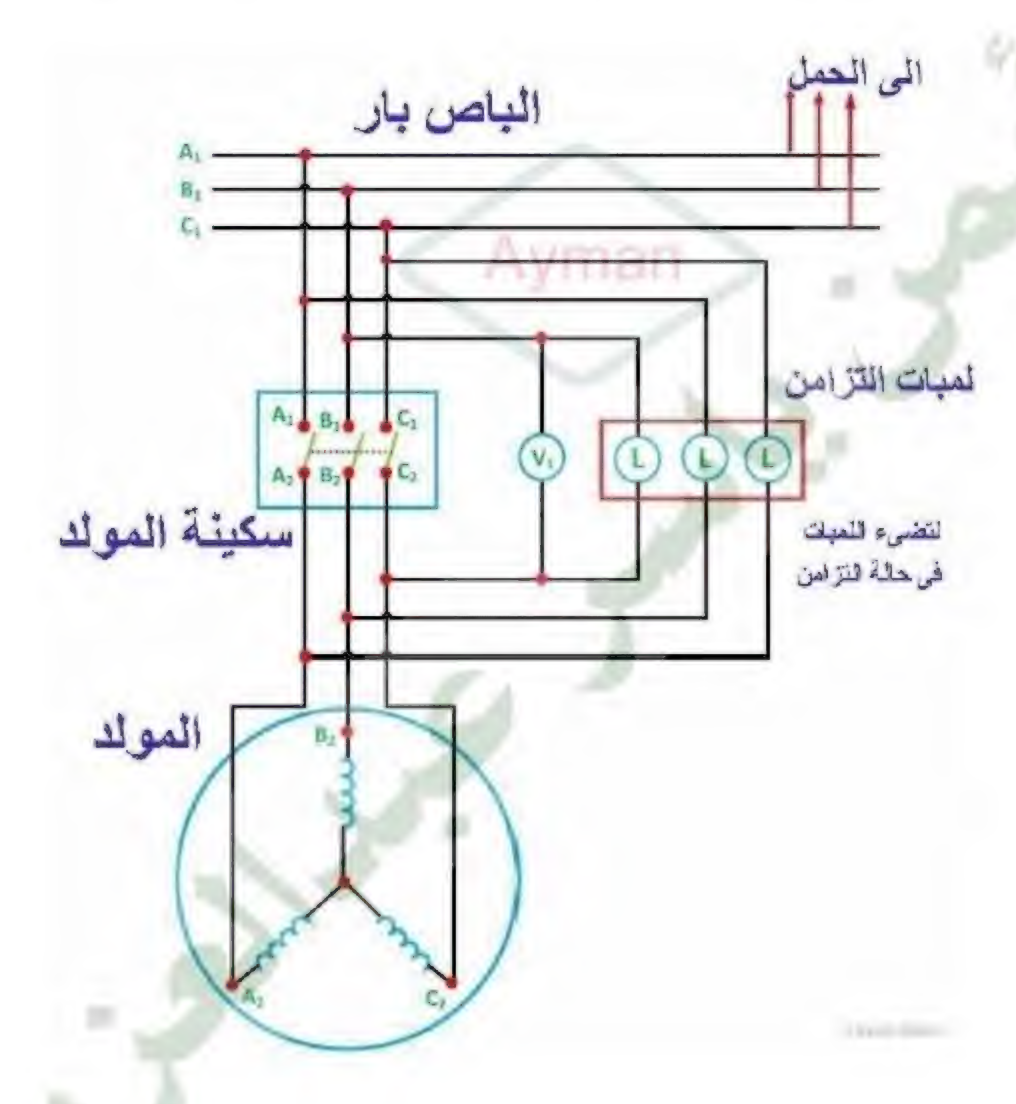
التزامن اليدوى باستخدام لمبات البيان

- يوجد ثلاث طرق مختلفة لتوصيل لمبات البيان
- يجب ان يكون جهد اللمبات ضعف جهد المولد او يتم استخدام مقاومة توالى مع اللمبات

١. لمبتين او ثلاثة :كل لمبة طرف يوصل على فازة مولد والطرف التانى يوصل على الفازة المقابلة فى الباص بار(طرف يوصل قبل سكينة المولد والطرف التانى بعد سكينة المولد) ،بالتالى لو اللمبتين معتمين يبقى فيه تطابق فى الاوجه وفيه تزامن، ولو فيه لمبة منورة يبقى مافيش تزامن



٢. لمبتين او ثلاثة ولكن طرف اللمبة الاولى على فازة والطرف التانى على الفازة التالية فى الباص بار (طرف اللمبة على الفازة الاولى فى دخل سكينة المولد والطرف الاخر على الفازة التانية فى خرج سكينة المولد)،بالتالى يجب اضاءة اللمبات كشرط للتزامن



٣. ثلاث لمبات توصل على ٣ فازات حيث جمع بين الطريقتين السابقتين اول لمبة توصل كالطريقة الاولى واللمبتين الاخريتين يوصلان بالطريقة الثانية ،بالتالى

- اول لمبة توصل على اول فازة طرف على فازة المولد وطرف على فازة الباص بار وبالتالى لازم تطفىء عند التزامن
- لمبتين يتم توصيلهم بحيث طرف لمبه بفازة مولد والطرف الاخر بالفازة التالية للباص بار

بالتالى شرط التزامن اطفاء اللمبة الاولى واضاءة اللمبتين الاخريتين



- ✓ لو اللمبة الاولى اكثر سطوعا من التانية والتانية اكثر سطوعا من التالته يعنى اتجاه الدوران عكس عقارب الساعة معناه ان المولد الداخل سرعته اقل
- ✓ لو اللمبة التالته اكثر سطوعا من التانية اكثر سطوعا من الاولى يعنى مع عقارب الساعة يبقى المولد الداخل سرعته اكبر من الباص بار

Load sharing او توزيع الاحمال بين المولدات فى حالة التوازى (بدون استخدام ريلاى توزيع الاحمال)

- يتم زيادة او خفض التحميل على المولد (كيلو وات) بواسطة زيادة او خفض سرعة الديزل لذا يتم ضبط الجفرنر على خفض بمقدار ٤% على الاقل من اللاحمل الى الحمل الكامل (ولو محتاج خفض اكثر يجب استخدام ريلاى توزيع الاحمال وجفرنر الكترونى) وذلك للتاكد من مشاركة الاحمال الفعالة (كيلو وات) للمولدات اثناء التشغيل على التوازى (التردد فى حالة اللاحمل ٥٢ هرتز وينخفض الى ٥٠ هرتز فى حالة الحمل الكامل)
- يتم زيادة او خفض التحميل على المولد (كيلو فار) بواسطة زيادة او خفض جهد المولد لذا يتم ضبط منظم الجهد AVR على خفض بمقدار ٣% من اللاحمل الى الحمل الكامل ومعامل قدرة ٠,٨ او خفض الجهد بمقدار ٥% من اللاحمل الى الحمل الكامل بمعامل قدرة صفر (وده ادق) وذلك للتاكد من مشاركة الاحمال الغير فعالة (كيلوفار) بين المولدات اثناء التشغيل على التوازى
- مع ملاحظة ان خواص الخفض فى منظم الجهد والجفرنر للمولدات يجب ان تكون متشابهة لتجنب اى مشاركة احمال خاطئة (كيلو وات او كيلو فار) للمولدات اثناء زيادة او خفض الحمل
- اغلب مشاكل توزيع الاحمال اما ضبط خاطىء لنسبة التخفيض droop او توصيل خاطىء لمحول التيار بمنظم الجهد

خاصية تخفيض الجهد droop فى المنظم AVR

عند تشغيل المولدات على التوازى فان جهد المولد لايعتمد فقط على مجال المولد ولكن يعتمد ايضا على قدرة المولد مقارنة بالباص بار او المولدات الاخرى (لاحتمال وجود تيارات دوارة ستزيد من الجهد) بالتالى فان منظم الجهد فى حالة التوازى يقوم بضبط معامل قدرة المولد وليس الجهد وذلك بتوصيل محول تيار الى AVR لقياس معامل قدرة المولد ففى حالة زيادة تيار الاثارة فى مولد وانخفاضها فى مولد اخر ستمر تيارات دوارة بين المولدين ويمر تيار متاخر lagging pf current فى المولد الاثارة العالية وتيار متقدم lead pf current فى مولد الاثارة المنخفض وسيقابل التيارات الدوارة الممانعة الحثية للمولد فقط لذا يضبط منظم الجهد معامل قدرة المولد بمعامل قدرة متاخر 0.8 lag

مولد الاثارة العالية هيمر تيار دوار منه لمولد اخر بالتالى امبير المولد هيزيد
مولد الاثارة المنخفض هيمر اليه تيار دوار بالتالى امبير المولد هيقل

فاذا زاد تيار الاثارة لمولد سيمر تيار دوار منه الى مولد اخر ذا اثارة اقل وينخفض معامل قدرة مولد الاثارة العالية عن ٠,٨ ويظل متاخر lag pf فيقلل منظم الجهد من جهد الاثارة ليزيد معامل القدرة الى ٠,٨ متاخر lag 0.8 pf

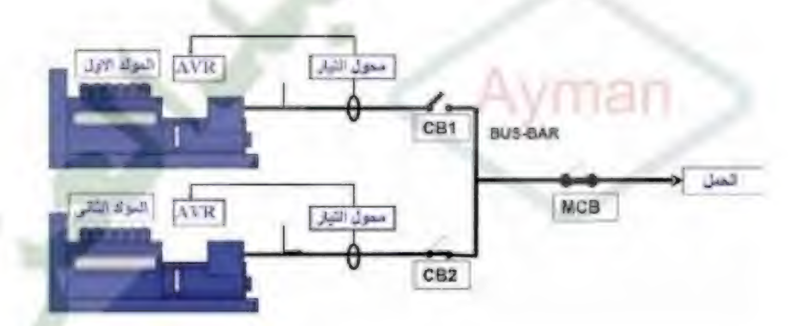
١. ولو انخفض تيار الاثارة لمولد ومرت اليه تيار دوار يكون معامل قدرة المولد متقدم lead pf فيزيد منظم الجهد من جهد الاثارة ليعيد معامل القدرة الى ٠,٨ متاخر lag 0.8 pf

بمعنى اخر

- لو معامل قدرة المولد متاخر واقل من ٠,٨ معناه ان المولد يعطى كيلو فار زائدة فيقلل من جهد الاثارة ليقلل من كيلو فار المولد ليعود معامل القدرة ل lag 0.8 pf ، ايضا تقليل جهد الاثارة يقلل جهد المولد وسيقل امبير المولد (لانخفاض او منع التيار الدوار) الكلام ده فى حالة التوازى،يعرف منظم الجهد ازاى ان المولد توازى ولا منفرد؟ لو محول التيار متوصل بمنظم الجهد يبقى شغال توازى لو فيه شورت على نقاط محول التيار فى منظم الجهد يبقى المولد شغال منفردا
  - ✓ اثناء بدء مواتير حثية سينخفض معامل قدرة المولد لحظة بدء المحرك فيقلل المنظم من جهد الاثارة فيقل جهد المولد فيساعد على بدء المحرك، ولكن زيادة نسبة الخفض بصورة كبيرة قد تؤى لخفض مبالغ فيه للجهد اثناء بدء المحركات
  - ✓ بعد بدء الاحمال الحثية فان معامل قدرة المولد سيكون اقل من ٠,٨ ومتاخر بالتالى منظم الجهد هيقلل من جهد الاثارة فيقل من جهد المولد فيقل من مقدار تحميل المولد بالقدرة الغير فعالة للحمل فيساعد على توزيع الاحمال الغير فعالة بين المولدات بالتساوى (اذا كانت نسبة الخفض التى تم ضبطها فى منظم الجهد متساوية للمولدين)
- لو معامل قدرة المولد متقدم lead pf معناه ان كيلو فار المولد قليله فيزيد منظم الجهد جهد الاثارة ليزيد الكيلو فار ليعيد معامل القدرة الى ٠,٨ متاخر lag 0.8 pf ايضا بزيادة جهد الاثارة يزيد الامبير ولكن فى الحدود الطبيعية (الامبير الطبيعى للمولد عند معامل قدرة ٠,٨ متاخر) طيب واحد يسئل اذا كان الامبير قليل ليه نخليه يزيد بزيادتنا للاثارة؟؟؟؟؟ السبب حضرتك ان معنى ان المولد داخله تيار دوار معناه المولد الاخر عليه حمل زائد وامبير زائد بسبب التيار ده يعنى شايل الطين يعنى حتة مرؤة انه يزود المجال علشان يمنع التيار الدوار علشان يحمى مولد الاثارة العالية اكثر من انه يحمى نفسه

- ✓ فى حالة وجود حمل ذا معامل قدرة متقدم مثل المكثفات او UPS وزاد معامل قدرة المولد واصبح متقدم laed pf فان منظم الجهد سيظن وجود تيار دوار من المولد الاخر فسيزيد من جهد الاثارة ليزيد من كيلو فار المولد (ليقلل من التيار الدوار) ولكن فى الحقيقة التيار المتقدم بسبب كيلو فار قادمة من الحمل وليس تيار دوار بالتالى بزيادة جهد الاثارة يزيد جهد المولد فيزيد تحميل المولد بكيلو فار الحمل فيزيد جهد المولد بصورة عالية (نتيجة كيلو فار الحمل المرتدة على المولد ونتيجة زيادة المولد لجهد الاثارة!! وكان الاصح يخفض الجهد!!!!) بالتالى سيفصل ريلاى ارتفاع الجهد او يحترق المولد
- ✓ يجب فى هذه الحالة وجود ريلاى توزيع الاحمال الغير فعالة ويدعم توزيع القدرة المرتدة لتوزيعها بالتساوى على المولدات

فى حالة تشغيل المولدات على التوازى يجب عمل تخفيض للجهد من اللاحمل الى الحمل الكامل لتجنب حدوث تيارات دوارة بين المولدات (بالاضافة لمشاركة الاحمال الغير فعالة بين المولدات) وذلك بتوصيل محول تيار بمنظم الجهد



فى حالة تشغيل المولد منفردا يجب عمل شورت على ثانوى محول التيار والا فان جهد المولد سيتذبذب فى حالة التحميل الكامل ومعامل قدرة ٠,٨

الفرق بين التيارات الدوارة وعدم توزيع الاحمال بالتساوى

لو المولدات توازى وتيار مجال احد المولدين زاد هيغذى المولد اللى مجاله قليل بالتالى ينخفض معامل قدرة المولد اللى مجاله زايد(اى يزيد تيار المولد) ويزيد معامل قدرة المولد اللى مجاله قليل! (اى ينخفض تيار المولد)

- عدم توزيع الاحمال بين المولدات بصورة جيدة ايضا قد يؤدى لتحميل مولد باحمال كبيرة والمولد الاخر باحمال اقل بالتالى يكون هناك اختلاف بالتيار

للتفريق بين عدم تساوى الاحمال وبين وجود تيارات دوارة

- يتم قراءة البور فاكتور(معامل القدرة) لكل مولد
- يتم قراءة عداد الكيلو وات وعداد الامبير لكل مولد (او عداد الكيلو وات والكيلوفار لكل مولد)

اولا بدلالة البور فاكتور او معامل القدرة

لو بور فاكتور احد المولدات قليل والاخر عالى ده معناه ان فيه تيارات دوارة بين المولدات..

١. المولد ذا معامل القدرة منخفض يعنى تيار الاثارة عالى ولازم خفضه (بور فاكتور منخفض يعنى امبير المولد عالى يعنى هيفصل اوفرلود لو متحمل حمل كامل)
٢. المولد ذا بور فاكتور عالى يعنى تيار الاثارة قليل ويجب زيادته (بور فاكتور عالى يعنى امبير المولد قليل يعنى المولد هيعمل بلا مشاكل ولكن الخوف على المولد الاخر)

ثانيا بدلالة عداد الكيلو وات وعداد الامبير (او عداد الكيلو وات والكيلو فار لكل مولد)

- الفكرة ان النسبة بين كيلو وات المولدين لازم تكون هى النسبة بين امبير او كيلو فار المولدين وده يعنى نفس البور فاكتور يعنى مافيش تيارات دوارة يعنى المشكلة فى توزيع الاحمال
- لو النسبة بين الامبير او الكيلو فار للمولدين مش نفس نسبة الكيلو وات يبقى المولد اللى الامبير او الكيلو فار بتاعه عالى ده يعنى تيار اثارة عالى ويجب خفضه والمولد اللى الامبير او الكيلو فار بتاعه قليل يعنى تيار اثارة قليل ويجب زيادته

ayman.yasser@ymail.com

مثال على التفريق بين التيارات الدوارة وعدم توزيع الاحمال بالتساوى لمولدين على التوازى

لو الاحمال موزعة بالتساوى بين المولدين هيبقى نفس الامبير والقدرة الفعالة والقدرة الظاهرية متساوية للمولدين

المولد	الجهد	الامبير	الكيلو وات	الكيلو فولت امبير	معامل القدرة
الاول	٤١٥	١٠٤	٦٠	٧٥	٠,٨ متاخر
الثانى	٤١٥	١٠٤	٦٠	٧٥	٠,٨ متاخر

لو قدرة الحمل على المولدين مش متساوية يبقى الاحمال غير موزعة بالتساوى ولو النسبة بين القدرة الفعالة (كيلو وات) للمولدين هى نفس النسبة بين الامبير للمولدين هى نفس النسبة بين القدرة الظاهرية (كيلو فولت امبير) للمولدين يعنى نفس معامل القدرة يعنى لا يوجد تيارات دوارة

المولد	الجهد	الامبير	الكيلو وات	الكيلو فولت امبير	معامل القدرة
الاول	٤١٥	١٣٩	٨٠	١٠٠	٠,٨ متاخر
الثانى	٤١٥	٦٩	٤٠	٥٠	٠,٨ متاخر

لو قدرة الحمل على المولدين مش متساوية يبقى الاحمال غير موزعة بالتساوى ولو النسبة بين القدرة الفعالة (كيلو وات) للمولدين مش هى نفس النسبة بين امبير المولدين مش هى نفس النسبة بين القدرة الظاهرية (كيلو فولت امبير) للمولدين يبقى معامل القدرة للمولدين مختلف يبقى فيه تيارات دوارة ، يبقى المولد اللى امبيره اعلى تيار الاثارة بتاعة عالى ويجب خفضه والمولد اللى امبيره قليل تيار الاثارة قليل ويجب زياده

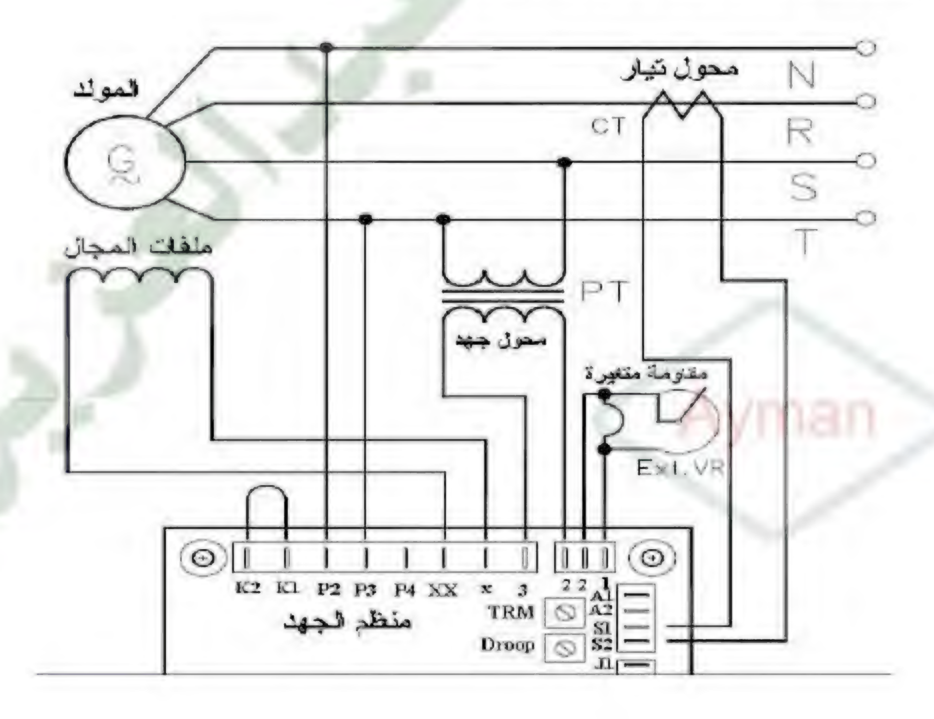
المولد	الجهد	الامبير	الكيلو وات	الكيلو فولت امبير	معامل القدرة
الاول	٤١٥	١٨٥	٨٠	١٣٣	٠,٦ متاخر
الثانى	٤١٥	٦٠	٤٠	٤٣	٠,٩ متقدم

تعويض او تقليل مركبات التيار الغير فعالة فى حالة التوازى parallel Reactive droop compensation

كما اوضحنا للتغلب على وجود تيارات دوارة بين المولدات فى حالة عمل المولدات توازى (وايضا لمشاركة الاحمال الغير فعالة للمولدات فى حالة التوازى) يتم توصيل محول تيار بجهاز منظم الجهد بالتالى لا يعتمد فى قرائته على قيمة جهد المولد ولكن يعتمد على معامل قدرة المولد والجهد المقاس بمنظم الجهد هو محصلة جهد ثانوى محول الجهد وجهد ثانوى محول التيار (حيث ان نقاط حساس الجهد ومحول التيار بالمنظم متصلة داخليا توالى) بمعنى اخر منظم الجهد يخفض الجهد كلما زاد امبير الحمل الحثى
بالتالى يخفض منظم الجهد من لاحمل الى الحمل الكامل بنسبة معينة يمكن ضبطها عبر مقاومة متغيرة بالمنظم

(لذا يوصل محول التيار فى حالة تشغيل المولدات على التوازى وتعمل شورت على الثانوى محول التيار فى حالة تشغيل المولد منفردا)

بما ان التيار الدوار يكون تيار غير فعال reactive current ويكون بزاوية ٩٠ درجة مع الجهد فانه يسمى quadrature current لذا يسمى محول التيار بـ quadrature droop current transformer



يوصل محول التيار على فازة غير فازتين تغذية منظم الجهد ونفس الفازة لباقى المولدات عليها محول التيار باردة وعادة تكون الفازة W

- يجب مراعاة قطبية الملف الابتدائى لمحول التيار (هناك وجه P1 ووجه اخر P2)
- يجب مراعاة قطبية الملف الثانوى لمحول التيار S1-S2
- عكس قطبية محول التيار سواء الابتدائى او الثانوى لن يسبب تخفيض للجهد بزيادة التحميل ولكنه سيسبب زيادة الجهد بزيادة التحميل وفى حالة تشغيل المولد توازى سيسبب تيارات دوارة كبيرة تسبب فصل سكينة المولد او تلف المولد بسبب التيار العالى او الجهد العالى ان لم تفصل الحمايات
- يتم عمل شورت على ثانوى محول التيار فى حالة تشغيل المولد منفردا
- مع العلم لو شخص فك دائرة الثانوى من النقطة المغلقة اثناء عمل المولد قد تحدث شرارة حارقة

التاكد من توصيل محول التيار بصورة صحيحة

١. يتم ضبط قيمة الخفض فى منظم الجهد لاعلى تدريج
٢. يتم تشغيل المولد وتحميله باحمال حثية (هاام)
٣. يتم قياس جهد المولد ثم ضبط الخفض فى المنظم الى اقل قيمة او غلق مفتاح على اطراف ثانوى محول التيار لعمل كوبرى او شورت عليه للاغائه وملاحظة جهد المولد
   - ✓ لو جهد المولد زاد قليلا يعنى ان محول التيار موصل بصورة صحيحة
   - ✓ لو جهد المولد قل قليلا يعنى ان محول التيار موصل بصورة خاطئة فيتم عكس اطراف توصيل محول التيار بمنظم الجهد
٤. لاتنسى ضبط قيمة الخفض بمنظم الجهد مرة اخرى

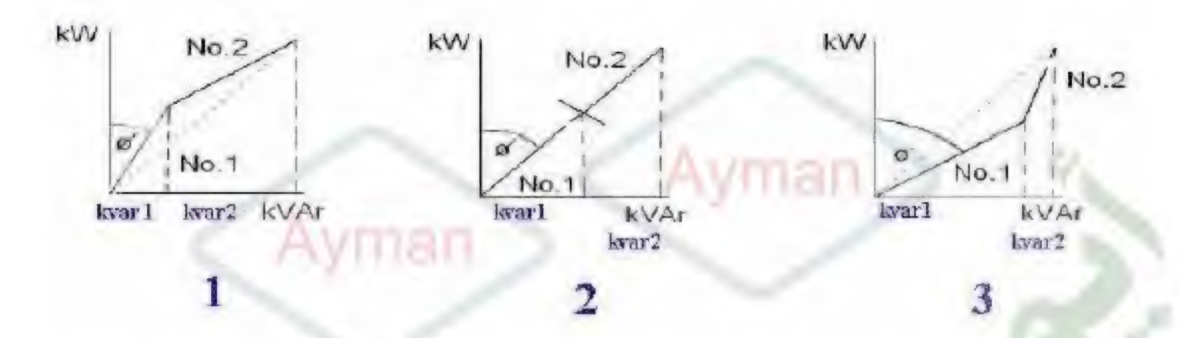
ضبط قيمة خفض الجهد Droop

قيمة الضبط الصحيحة هى من ربع لفة الى لفة كاملة مع عقارب الساعة للمقاومة المتغيرة بالمنظم، للتاكد من صحة الضبط يتم تشغيل المولد منفردا بلا حمل وقياس الجهد ثم تحميله حمل كامل حتى بمعامل قدرة ٠,٨ وقياس الجهد لو انخفض الجهد بمقدار ٣% كان قيمة الخفض droop مظبوط

التخفيض غير فعال فى حالة معامل القدرة بواحد صحيح لذا يجب ان يكون معامل القدرة ٠,٨ لتاكد من صحة التخفيض

فى حالة عدم توافر احمال كافية يمكن تحميل المولد بنصف الحمل الكامل بمعامل قدرة ٠,٨ ويجب ان ينخفض الجهد بمقدار ١,٥%....

الحالات المختلفة لضبط الخفض فى الجهد فى حالات التوازى



فى الحالة الاولى: الخفض فى المولد الاول اكبر من المولد التانى
بما ان المولد الاول به خفض اكبر من المولد التانى فان حمل المولد الاول من الكيلوفار سيكون اقل من حمل المولد الثانى من الكيلو فار كما واضح من الرسم بالتالى توزيع حمل الكيلو فار غير متساوى وقد يسبب مشاكل للمولد الثانى (لان الحمل عليه اكبر) ايضا ستلاحظ ان معامل قدرة المولد الاول وهى الزاوية بين خط المولد الاول والخط الراسى Kw **اكبر** من معامل قدرة المولد الثانى (امتداد خط المولد الثانى والخط الراسى)

فى الحالة الثانية: الخفض في المولدين متساوى
بما ان المولدين مضبوطيين على نفس نسبة الخفض فى الجهد بالتالى حمل الكيلوفار موزع بينهم بالتساوى وايضا معامل القدرة للمولدين متساوى

فى الحالة التالتة: الخفض فى المولد الاول اقل من المولد الثانى
بما ان المولد الاول به خفض اقل من المولد التانى فان حمل المولد الاول من الكيلوفار سيكون اكبر من حمل المولد الثانى من الكيلو فار كما واضح من الرسم بالتالى توزيع حمل الكيلو فار غير متساوى وقد يسبب مشاكل للمولد الاول (لان الحمل عليه اكبر) ايضا ستلاحظ ان معامل قدرة المولد الاول وهى الزاوية بين خط المولد الاول والخط الراسى Kw **اقل** من معامل قدرة المولد الثانى (امتداد خط المولد الثانى والخط الراسى)

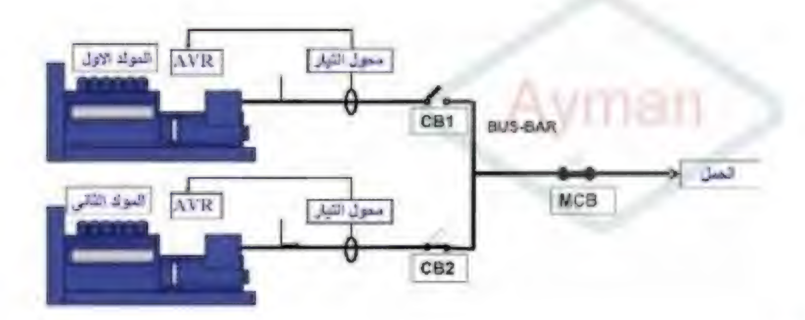
تشغيل المولدات على التوازى

اولا: تزامن مولدين فى حالة لاحمل

١. يتم تشغيل المولد الاول بالسرعة المقننة وضبط جهد المولد
٢. يتم ملاحظة تتابع الفازات
٣. يتم تشغيل المولد الثانى بالسرعة المقننة وضبط جهد المولد(٠,٥% من المولد الاول)
٤. والتاكد من تتابع الفازات مع المولد الاول
٥. قم بتوصيل لمبات التزامن
٦. قم بضبط السرعة حتى حدوث التزامن (اللمبات تضىء وتطفىء ببطء)
٧. بعد ضبط السرعة اعد فحص الجهد وضبطه ان لزم الامر
٨. قم بتوصيل المولدات مع ملاحظة الامبير لو زاد عن ٥% فى لا حمل ،يجب مراجعة جهد المولد وطريقة توصيل محول التيار
٩. قم بزيادة الحمل حتى الوصول للحمل الكامل وقم بضبط انخفاض السرعة فى الجفرنر للتاكد من توزيع الاحمال بالتساوى بمراقبة عداد الكيلو وات للمولدين
١٠. تاكد ان الامبير للمولدين متساوى (فى حدود ٥% من بعض)
١١. لو امبير احد المولدين عالى عن التانى قم بزيادة مقدار التخفيض الجهد له حتى يتساوى الامبير للمولدين او يكونو فى حدود ٥%
١٢. قم بخفض الحمل بمقدار ٢٠% ومراقبة عداد الكيلو وات والامبير لكل مولد والتاكد انهم فى حدود ٥% من بعضهم لو فى اختلاف اكبر من كده يجب ضبطه
١٣. لو القدرة مش موزعة بالتساوى للمولدين يجب ضبط الخفض فى الجفرنر وبعد تساوى القدرة يجب ملاحظة الامبير
١٤. لو الامبير مختلف للمولدين فى حالة اللاحمل يبين ان الجهد اللاحمل للمولدين مش مضبوط
١٥. لو الامبير مختلف للمولدين فى حالة الحمل الكامل يدل على ان الخفض droop للمولدين مش متساوى

لو المولدات متماثلة ومتوصلة توازى عند قياس جهد الاثارة على F1-F2 بمنظم الجهد لكل مولد سيكون متساوى فى حالة الاحمال موزعة بالتساوى بين المولدين (كيلو وات وكيلو فار)

ثانيا: تزامن مولدين احدهم بالحمل والاخر بلا حمل



١. المولد الداخل يكون جهده اكبر ٤% من جهد المولد المتحمل وده ضرورى حتى بعد اتمام التزامن ينتقل الحمل (الكيلو فار) الى المولد الداخل
٢. يتم توصيل لمبات التزامن وستلاحظ ان سرعة المولد الداخل اعلى
٣. يتم خفض سرعة المولد بواسطة اشارة خفض للجغرنر حتى حدوث التزامن
٤. يتم ادخال السكينة
٥. يتم زيادة سرعة المولد الجديد بامر زيادة السرعة للجغرنر مع مراقبة عداد الكليلو وات حتى تحميل المولدين بالتساوى مع مراعاة عدم تحميل المولد باكبر من قدرته
٦. يتم اعطاء امر تخفيض السرعة للجغرنر لو اتحمل المولد باكبر من حمله مع مراقبة عداد القدرة حتى الوصول للحمل المناسب

لو المولدات متماثلة ومتوصلة توازى عند قياس جهد الاثارة على F1-F2 بمنظم الجهد لكل مولد سيكون متساوى فى حالة الاحمال موزعة بالتساوى بين المولدين (كيلو وات وكيلو فار)

الاعطال

العطل	السبب
قيم متذبذبة لعداد الكيلو وات والامبير والفولت	مشكلة بجفرنر الديزل
تساوى قراءة عداد الكيلو وات للمولدين واختلاف قراءة عداد التيار	وجود تيارات دوارة اما بسبب توصيل خاطىء لمحول التيار او بسبب ضبط خاطىء للجهد او ضبط خاطىء لخفض الجهد
زيادة التيار بصورة كبيرة عند توصيل الكونتاكتور (عند ربط المولدين)	وجود تيارات دوارة اما بسبب توصيل خاطىء لمحول التيار او بسبب ضبط خاطىء للجهد او ضبط خاطىء لخفض الجهد
اختلاف قراءة عداد الامبير للمولدين بزيادة التحميل و تساوى قراءة عداد الكيلو وات	وجود تيارات دوارة اما بسبب توصيل خاطىء لمحول التيار او بسبب ضبط خاطىء للجهد او ضبط خاطىء لخفض الجهد
اختلاف قراءة عداد الكيلو وات والامبير للمولدين فى حالة زيادة او خفض الحمل	اختلاف خواص خفض الجفرنر للمولدين

قد يتذبذب جهد المولد اثناء محاولة التزامن وده بيكون بسبب فرق كبير بين تردد المولدين وليست عطل وليست مشكلة فى الاستقرارية فى منظم الجهد stability، فبمجرد اقتراب تردد المولدين من بعض يقل تذبذب الجهد

لا يجب توصيل نيوترال المولدات الغير متماثلة معا لان ذلك سيؤدى لوجود توافقيات عالية تعمل على سخونة كابل النيوترال وارتفاع الامبير الخاص به، فاذا تم توصيل النيوترال معا يتم مراقبة امبير النيوترال لو ارتفعت بصورة كبيرة يجب فصل النيوترال

بتشغيل المولد بنصف الحمل وبمعامل قدرة ٠,٨ وقياس جهد ثانوى محول التيار لازم يكون فى حدود ٠,٥-٢,٥ فولت والا فان قدرة rating المحول المتركب غير صحيح

جهاز التزامن

يقيس جهد فازتين للمولد وللباص بار (ليعلم الفولت والتردد والاختلاف الوجهى بين المولد والباص بار) ويقوم بالتحكم فى جهد وتردد المولد حتى يكون الفرق بينهم وبين جهد وتردد الباص بار فى الحدود المسموح بها ويفعل ذلك باعطاء بلصات (كونتاكت لزيادة التردد وكونتاكت لخفض التردد) (كونتاكت لزيادة الجهد وكونتاكت لخفض الجهد) وبعد تحقيق التزامن يقوم بغلق الكونتاكت الخاص به لتوصيل سكينة المولد لربطه بالباص بار

طيب ليه ب AVR مانظبطشى جهد المولد منه بنفس جهد الباص بار وبالجفرنر نظبط التردد نفس تردد الباص بار، وبكده نستغنى عن ريلاى التزامن؟؟؟

سيادتك ريلاى التزامن يستخدم لعمل تزامن الى وادخال المولد اليا واكيد يمكنك الاستغناء عنه والاعتماد على التزامن بلمبات البيان واكيد هتحتاج فنى لظبط التزامن فى كل مرة يعمل بها المولد!!



يعمل جهاز التزامن قبل توصيل سكينة المولد اى ان تغذية جهاز التزامن تمر عبر نقطة مغلقة من السكينة فبتوصيل السكينة تنقطع تغذية ريلاى التزامن لانتهاء مهمته

تغذية ريلاى التزامن

١. نقطتين يتم توصيلهم بفازتين من خرج المولد (قبل سكينة المولد) لمعرفة جهد وتردد المولد (يتم توصيل احدهم بنقطة مغلقة من السكينة لقطع التغذية بعد غلق السكينة لانتهاء مهمة الريلاى)
٢. نقطتين يتم توصيلهم بنفس الفازتين من الباص بار (بعد سكينة المولد) لمعرفة جهد وتردد الباص بار

مقاومات متغيرة

١. مقاومة متغيرة لظبط قيمة فرق التردد المسموح به (٠,١ – ١ هرتز)(انواع اخرى بيكون ٠,١-٠,٣ هرتز)
٢. مقاومة متغيرة لظبط قيمة فرق الجهد المسموح به ١-١٠% (بعض الانواع بدل المقاومة المتغيرة في عدد من الكونتاكت لو قفلت اول كونتاكت يبقى فرق الجهد بقيمة معينة ، ولو قفلت تانى كونتاكت يبقى فرق الجهد بقيمة اخرى وهكذا)
٣. مقاومة متغيرة لضبط زمن غلق السكينة ٢٠-٢٠٠ مللى ثانية (انواع اخرى ١٠-٢١٠ مللى ثانية) (علشان يديها اشارة بحيث تغلق عند صفر فولت لان كلنا عارفين ان الجهد المتردد متغير القيمة والاتجاه وافضل زمن لغلق السكينة او فتحها يفضل ان يكون فى اللحظة اللى جهد الموجة بصفر لان الشرارة تكون اقل ما يمكن مما يزود العمر الافتراض للسكينة او القاطع)
٤. فى بعض الانواع توجد مقاومة متغيرة لتحديد عرض النبضة ٠,١-١ ثانيه، ومقاومة متغيرة لتحديد زمن النبضة (زمن توصيل نبضة + زمن فصل النبضة) ١-٥ ثوانى، يعنى فيه كونتاكت لزيادة التردد واخر لنقص التردد وكذلك للجهد وبالتالى يعطيك الخيار لتحديد عرض النبضة (كلما قل عرض النبضة زادت الدقة فى نفس الوقت هيحتاج وقت اطول للتزامن والعكس صحيح) وفى انواع اخرى تظبط اوتوماتيك من الريلاى عن طريق لو الفرق كبير (سواء بين تردد المولد والباص او فرق جهد المولد والباص) بيزود عرض النبضة ولو الفرق قليل بيقلل عرض النبضة وده افضل طبعا....

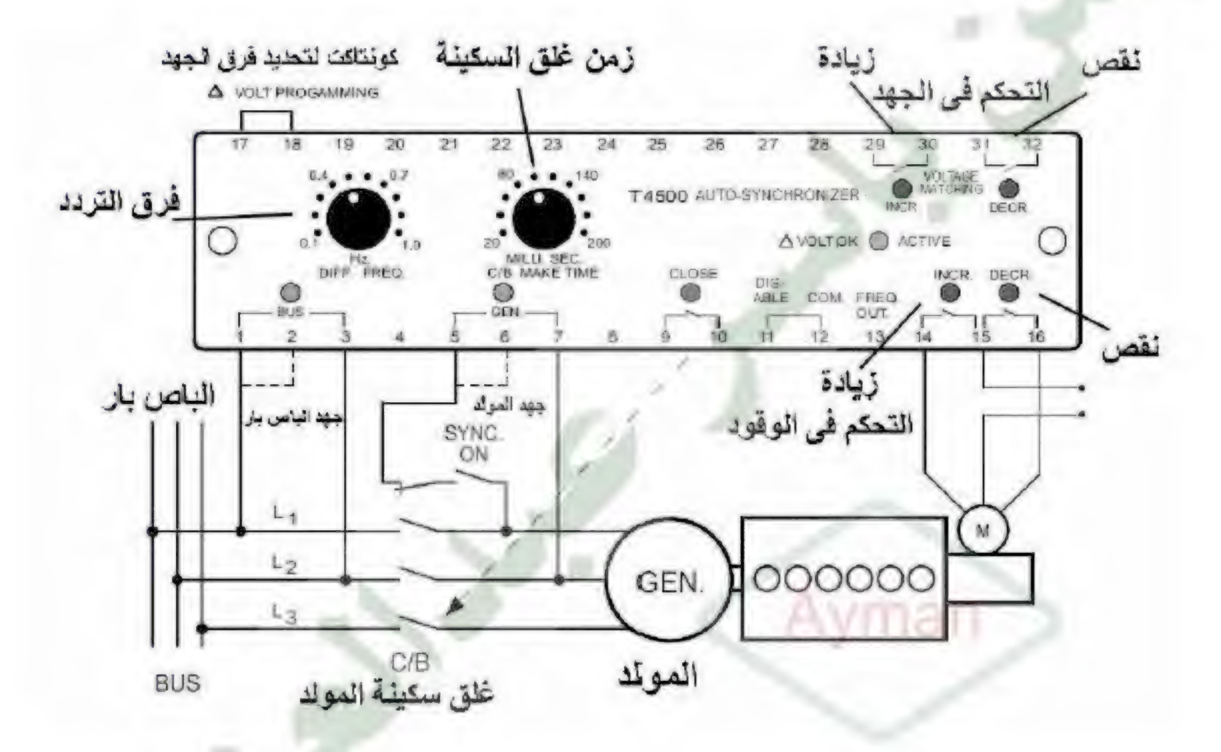
خرج ريلاى التزامن

١. اثنين كونتاكت للتحكم فى محرك سنجل فاز (يمين وشمال لزيادة او خفض الوقود) ولو الgoverner الكترونى يتم توصيل الكونتاكت على محرك احادى الوجه يدير مقاومة متغيرة (ليحول اشارة زيادة او خفض الوقود الى اشارة انالوج) توصل بجهاز الجفرنر
٢. اثنين كونتاكت للتحكم فى محرك سنجل فاز (يمين وشمال لزيادة او خفض الجهد) ولو الAVR الكترونى يتم توصيل الكونتاكت على محرك احادى الوجه يدير مقاومة متغيرة (ليحول اشارة زيادة او خفض الجهد الى اشارة انالوج) توصل بجهاز منظم الجهد (AVR)
٣. كونتاكت لغلق سكينة المولد فى حالة ان فرق الجهد والتردد فى الحدود المسموح بها (نستخدم نقطة NO)

الليد (لمبات البيان)

توجد ليد امام كل كونتاكت لتسهل معرفة الاعطال وحالة التشغيل
A. زيادة او خفض التردد
B. زيادة او خفض الجهد
C. غلق السكينة
D. فرق الجهد فى الحدود المسموح بها

مثال لريلاى التزامن

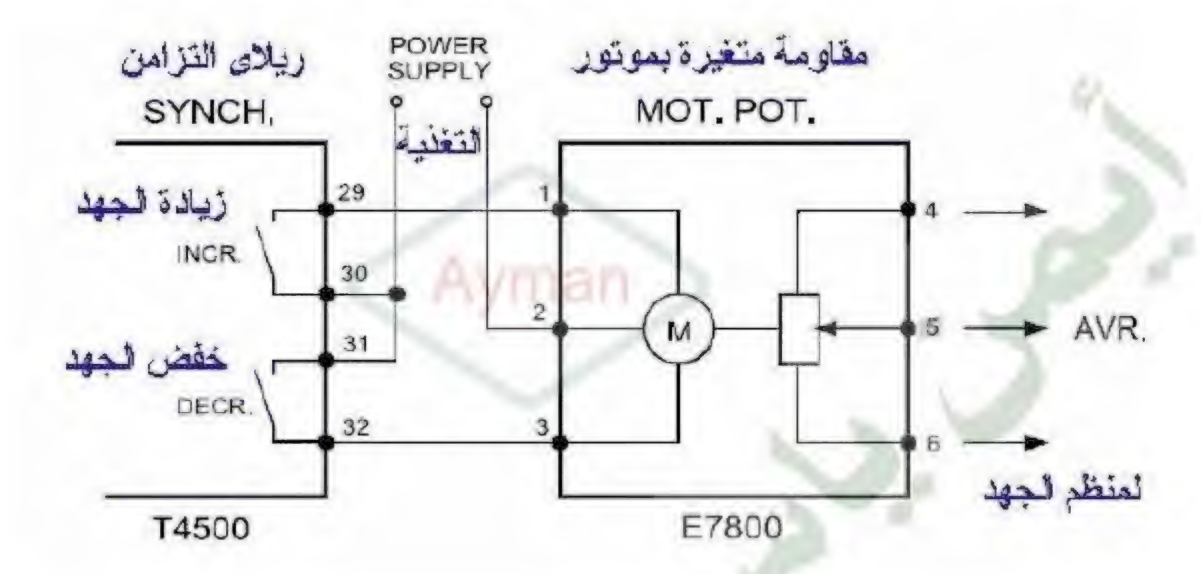


مثال اخر


المولد الداخل سرعته بطيئة
المولد سرعته سريعة
قيمة فرق الجهد بين المولد الداخل والباص بار
فرق الجهد فى الحدود المسموحة
فرق التردد فى الحدود المسموحة
قيمة فرق التردد
SLOW
FAST
DAIICHI


ليد البور
ليد كونتاكت السكينة
ليد كونتاكت منظم الجهد
ليد فرق الجهد
ليد فرق الترد
ليد كونتاكت الجفرنر
ليد الالارم
%مقدار فرق الجهد
فرق الجهد
قيمة فرق التردد
عرض النبضة
زمن النبضة
فرق التردد
عرض النبضة
زمن السكينة
POWER
SLOW
FAST
ALARM
ASY-96
ΔV Vpw Vpint ΔF Fpw 25T

تحويل كونتاكت خرج الجهاز (كونتاكت الزيادة وكونتاكت الخفض) الى اشارة انالوج بواسطة مقاومة متغيرة تعمل بمحرك احادى الوجه





ملحوظة

- لايتم توصيل نيوترال المولدات الغير متماثلة معا لانه قد يؤدى لاحتراقها ،لان موجة الجهد غير متشابهة وبالتالى تظهر كتوافقيات بتردد عالى تسخن ملفات العضو الساكن للمولد ولو مفيش حماية حرارية هيتحرق.....

توزيع الاحمال بين المولدات الياً Load share

١. توزيع القدرة الفعالة على المولدات Active load share
- ❖ التحكم فى الوقود اى التحكم فى السرعة اى التحكم فى التردد
- ❖ زيادة التردد يزيد التحميل وخفض التردد يقل التحميل

٢. توزيع القدرة الغير فعالة على المولدات Reactive load share
- ❖ التحكم فى المجال اى التحكم فى الجهد
- ❖ زيادة الجهد يزيد التحميل وخفض الجهد يخفض التحميل

- محول التيار لكل الاجهزة لازم يكون على نفس الفاز للمولدات الاخرى ويكون من فازة تانية غير فازتين تغذية الجهاز....
- يعمل ريلاى توزيع الاحمال بعد توصيل سكينة المولد اى ان تغذية ريلاى توزيع الاحمال تمر عبر نقطة مفتوحة من سكينة المولد فبتوصيل السكينة تصل التغذية لريلاى توزيع الاحمال ويقوم بمهمته وفتح السكينة تقطع تغذية الريلاى

ريلاى توزيع الاحمال الفعالة active load share

يقوم بزيادة او خفض التحميل بزيادة او خفض التردد عن طريق التحكم فى سرعة المولد (فى حالة تشغيل مولدات على التوازى للتحكم فى مقدار تحميل كل مولد)
يتم مقارنة حمل المولد بحمل المولد الاخر ويتم التحكم فى السرعة لتوزيع الاحمال بالتساوى



ملحوظة

لازم الجفرنر يكون فيه خاصية droop اى خفض التردد فى حالة انخفاض الجهد (زيادة الحمل) حتى يسرع استقرار النظام فى حالة اختلاف الاحمال (لان لو الحمل زاد ريلاى توزيع الاحمال هيبعت اشارة للجفرنر لخفض التردد فيلاقى ان الجفرنر بالفعل بيخفض او خفض التردد فالنظام يستقر بسرعة!!)

التغذية

١. طرفين لتغذية الجهد للجهاز من فازتين من خرج المولد (ربما يكون اكثر من طرف لجهود مختلفة للتغذية ٤٠٠-٣٨٠-٤٥٠ فولت...)
٢. طرفين لتوصيل ثانوى محول التيار لمعرفة امبير الحمل للمولد. و محول التيار لكل الاجهزة لازم يكون على نفس الفاز للمولدات الاخرى ويكون من فازة تانية غير فازتين تغذية الجهاز، وكل جهاز يحدد قيمة ثانوى محول التيار ١-٥ امبير

المقاومة المتغيرة

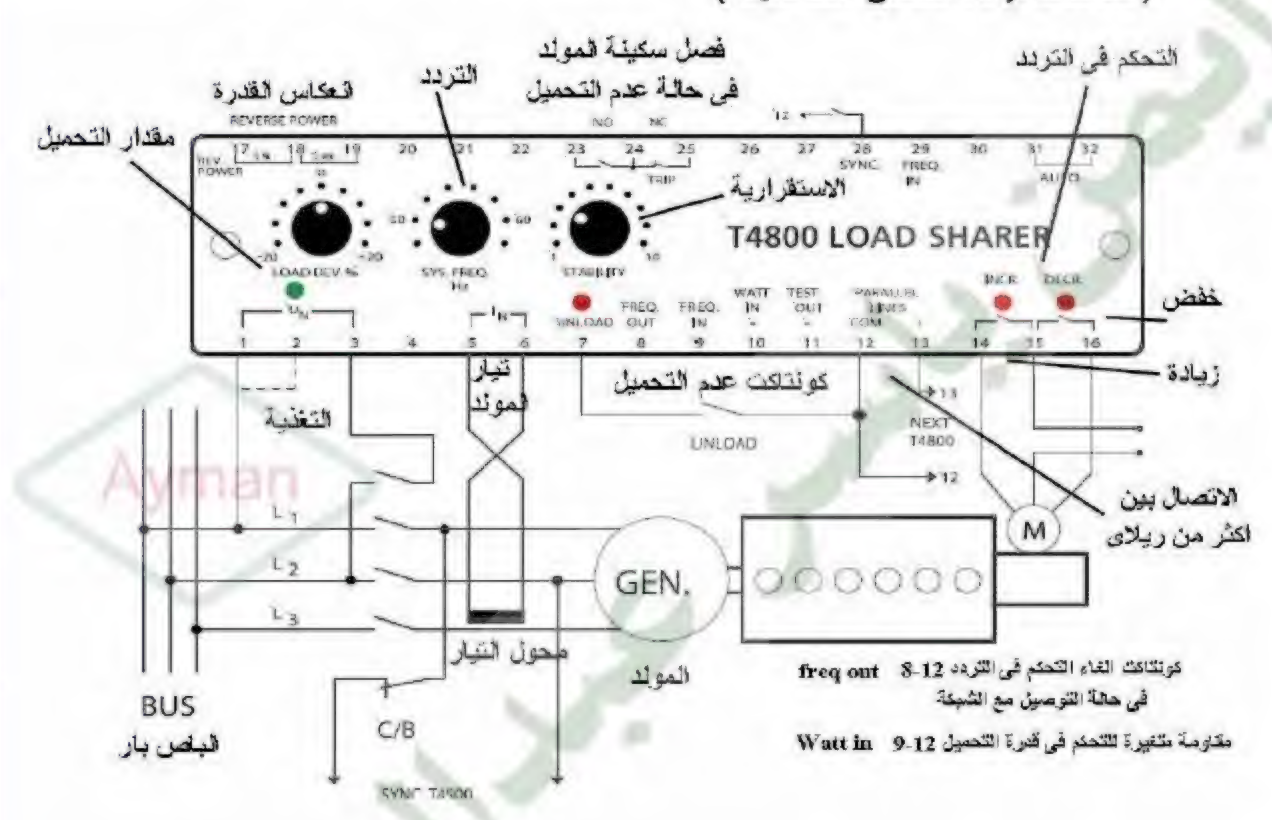
١. مقاومة متغيرة لضبط مقدار التحميل(+٢٠% ، ٠ ، -٢٠%)) فى حالة اختلاف قدرة المولدات او فى حالة اختلاف قيمة تيار ثانوى محول التيار للمولدات وفى حالة تساوى القدرة وثانوى محول التيار تظبط على صفر
٢. مقاومة متغيرة لاختيار التردد ٤٨-٦٢ هرتز
٣. مقاومة متغيرة لضبط استقرارية النظام ، لو ادرتها مع عقارب الساعة تزيد الاستقرارية ويقل زمن الاستجابة لتغير الاحمال (يعنى لو اتغيرت الاحمال يفضل مستنى زمن معين وبعدين يستجيب لتغيرالحمل ده) والعكس صحيح
٤. لو الجهاز فى حماية ضد انعكاس القدرة يبقى ممكن تلاقى مقاومة متغيرة لتحديد مقدار انعكاس القدرة اللى يفصل عنده الريلاى والزمن اللى ينتظره قبل الفصل وومكن لاتكون مقاومة متغيرة ولكن كونتاكت مختلفة عند عمل كوبرى على احداهم يعنى انعكاس القدرة ب ٥% مثلا واخرى تعطى الانعكاس ١٠% وكونتاكت مختلفة عند توصيلها تعطى ازمنة مختلفة (كما فى الريلاى المشروح)

كونتاكت الدخل

١. Auto يتم غلق هذه الكونتاكت ليقوم الريلاى بتوزيع الاحمال اليا
٢. Unloadكونتاكت عدم التحميل لو اتفعلت هيقوم الريلاى بخفض الحمل على المولد الى صفر ثم عكس نقاط فصل سكينة المولد (علشان السكينة تفصل فى حالة اللاحمل علشان يحافظ على عمرها الافتراضى)
٣. Watt in اشارة متغيرة تعبر عن مقدار تحميل المولد وتغنى عن توصيل محول التيار
٤. Freq out يتم تفعيل هذه الكونتاكت للايقاف ظبط التردد داخليا للريلاى فى حالة ربط الباص بار مع الشبكة (لان ترددها ثابت)
٥. Freq in اشارة انالوج للتحكم فى التردد وتستخدم مع synch وهى اشارة توقف ضبط الريلاى للتردد ويعتمد على اشارة freq in لضبط التردد وده فى حالة عمل تزامن لباص بار عليه مولدات توازى مع باص بار اخر عليه مولدات توازى بارده
٦. Reverse power او انعكاس القدرة كونتاكت مختلفة عند عمل كوبرى على احداهم يعنى انعكاس القدرة ب ٧,٥% مثلا واخرى تعطى الانعكاس ١٠% وكونتاكت مختلفة عند توصيلها تعطى ازمنة مختلفة

كونتاكت الخرج

١. اثنين كونتاكت للتحكم فى محرك سنجل فاز (يمين وشمال لزيادة او خفض الوقود) ولو الgoverner الكترونى يتم توصيل الكونتاكت على محرك احادى الوجه يدير مقاومة متغيرة (ليحول اشارة زيادة او خفض الوقود الى اشارة انالوج) توصل بجهاز الجفرنر
٢. كونتاكت No-NC لفصل سكينة المولد فى حالة اشارة عدم التحميل (نستخدم NCلفصل السكينة)



ملحوظة

- يعمل ريلاى توزيع الاحمال بعد توصيل سكينة المولد اى ان تغذية ريلاى توزيع الاحمال تمر عبر نقطة مفتوحة من سكينة المولد فبتوصيل السكينة تصل التغذية لريلاى توزيع الاحمال ويقوم بمهمته وفتح السكينة تقطع تغذية الريلاى
- فيه حماية ضد انعكاس القدرة ١٠% لمدة ١٠ ثوانى
-

الاعطال

1. عدم توزيع الاحمال بالتساوى وعدم الوصول للاتزان ووصول الحمل على المولد للقيمة العظمى او انعكاس القدرة
   - للتاكد من عدم الوصول للاتزان ستجد ان نقط خرج التحكم فى زيادة او خفض التردد تعمل (الليد مضىء)
   - توصيل خاطىء لاطراف محول التيار او محول الجهد ، لذا قم بعكس اطراف توصيل محول التيار او محول الجهد (التغذية)
   - التاكد من التوصيل الصحيح للاتصال بين ريلاى الحمل للمولد وريلاى الحمل لباقى المولدات بتوصيل + الاتصال ب+ الاتصال للريلاى الاخر وال – بال – للريلاى الاخر

2. حدوث اتزان ولكن اتزان خاطىء لان الاحمال غير موزعة بالتساوى
   - للتاكد من الوصول للاتزان ستجد ان نقط خرج التحكم فى زيادة او خفض التردد لاتعمل (الليد مطفىء)
   - التاكد من ان مقاومة توزيع الاحمال على صفر فى حالة المولدات متساوية فى القدرة وثانوى محول التيار متساوى ولو قدرة المولد مختلفة او ثانوى محول التيار تاكد من الضبط الصحيح للمقاومة
   - لو فرق الاحمال بين المولدات تقريبا الضعف يبقى تتاكد ان محول التيار على فاز غير فازتين التغذية

3. لو فيه اتزان صحيح للاحمال ولكن الحمل يزيد ويقل
   - يتم ضبط الاستقرارية بادارة المقاومة مع عقارب الساعة قليلا حتى ثبات الاحمال

ريلاى توزيع الاحمال الغير فعالة Reactive load sharing

يقوم بزيادة او خفض التحميل بزيادة او خفض الجهد عن طريق التحكم فى جهد ملفات المجال (فى حالة تشغيل مولدات على التوازى للتحكم فى مقدار تحميل كل مولد)
يتم مقارنة الحمل الغير فعال للمولد بالحمل الغير فعال للمولد الاخر ويتم التحكم فى الجهد لتوزيع الاحمال بالتساوى (يتم ذلك عن طريق الاتصال بين ريلاى الاحمال لكل مولد بريلاى الاحمال للمولد الاخر)



يمكن استخدامه للتحكم فى معامل القدرة فى حالة تشغيل المولد توازى مع الشبكة الكهربية

التغذية

١. طرفين لتغذية الجهد للجهاز من فازتين من خرج المولد (ربما يكون اكثر من طرف لجهود مختلفة للتغذية ٤٠٠-٣٨٠-٤٥٠ فولت...)
٢. طرفين لتوصيل ثانوى محول التيار لمعرفة امبير الحمل للمولد. و محول التيار لكل الاجهزة لازم يكون على نفس الفاز للمولدات الاخرى ويكون من فازة ثانية غير فازتين تغذية الجهاز، وكل جهاز يحدد قيمة ثانوى محول التيار ١-٥ امبير

المقاومة المتغيرة

١. مقاومة متغيرة لضبط مقدار التحميل(+٢٠% ، ٠ ، -٢٠%)) فى حالة اختلاف قدرة المولدات او فى حالة اختلاف قيمة تيار ثانوى محول التيار للمولدات وفى حالة تساوى القدرة وثانوى محول التيار تظبط على صفر
٢. مقاومة متغيرة لضبط الجهد + او – ١٢% من الجهد المقنن
٣. مقاومة متغيرة لضبط استقرارية النظام ، لو ادرتها مع عقارب الساعة تزيد الاستقرارية ويقل زمن الاستجابة لتغير الاحمال (يعنى لو اتغيرت الاحمال يفضل مستنى زمن معين وبعدين يستجيب لتغيرالحمل ده) والعكس صحيح
٤. يمكن استخدامه للتحكم فى معامل القدرة فى حالة توصيله مع الشبكة ويوجد نقطتين يوصل بهم مقاومة متغيرة بقيمة وقدرة تختلف من جهاز لاخر للتحكم فى قيمة معامل القدرة

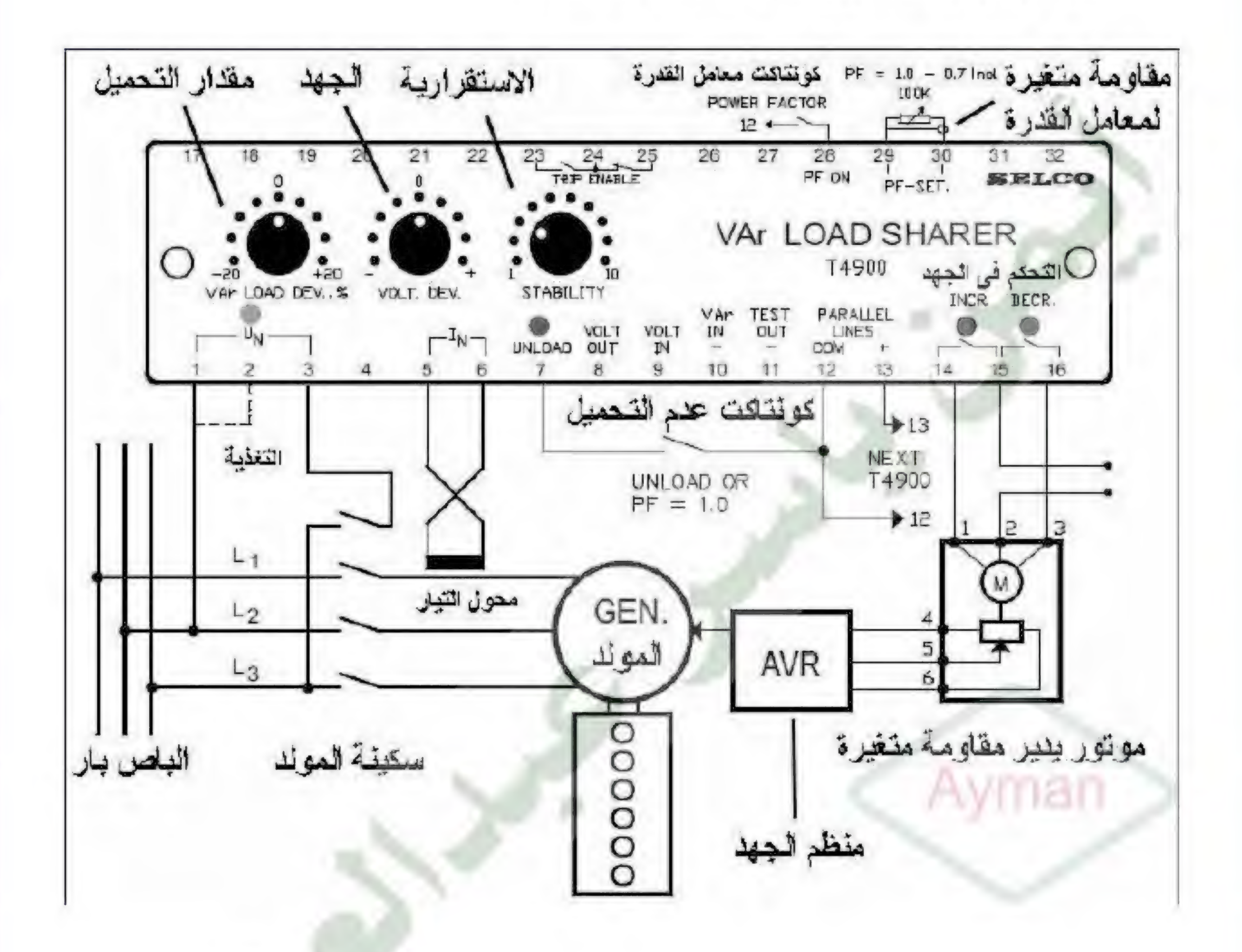
كونتاكت الدخل

١. Unloadكونتاكت عدم التحميل لو اتغغلت هيقوم الريلاى بخفض الحمل الغير فعال على المولد الى صفر وسيقوم بعكس نقاط كونتاكت التريب trip contact لفصل السكينة
٢. VAR in اشارة متغيرة تعبر عن مقدار تحميل المولد بحمل غير فعال وتغنى عن توصيل محول التيار
٣. voltage out يتم تفعيل هذه الكونتاكت للايقاف ظبط الجهد داخليا للريلاى فى حالة ربط الباص بار مع الشبكة (لان جهدها ثابت)
٤. Volt in
٥. power factor control كونتاكت معامل القدرة عند توصيلها تحول وظيفة الريلاى من توزيع الاحمال الغير فعالة الى تحسين معامل القدرة ويتم ضبط قيمة معامل القدرة بمقاومة متغيرة

كونتاكت الخرج

٣. اثنين كونتاكت للتحكم فى محرك سنجل فاز (يمين وشمال لزيادة او خفض الجهد) ولو AVR الكترونى يتم توصيل الكونتاكت على محرك احادى الوجه يدير مقاومة متغيرة (ليحول اشارة زيادة او خفض الجهد الى اشارة انالوج) توصل بجهاز منظم الجهد
٤. كونتاكت No-NC لفصل سكينة المولد فى حالة اشارة عدم التحميل (نستخدم NCلفصل السكينة)

صورة توضح ريلاى توزيع الاحمال الغير فعالة



ملحوظة

- يعمل ريلاى توزيع الاحمال بعد توصيل سكينة المولد اى ان تغذية ريلاى توزيع الاحمال تمر عبر نقطة مفتوحة من سكينة المولد فبتوصيل السكينة تصل التغذية لريلاى توزيع الاحمال ويقوم بمهمته وفتح السكينة تقطع تغذية الريلاى

الاعطال

١. عدم توزيع الاحمال بالتساوى وعدم الوصول للاتزان

- للتاكد من عدم الوصول للاتزان ستجد ان نقط خرج التحكم فى زيادة او خفض التردد تعمل (الليد مضىء)
- توصيل خاطىء لاطراف محول التيار او محول الجهد ، لذا قم بعكس اطراف توصيل محول التيار او محول الجهد (التغذية)
- التاكد من التوصيل الصحيح للاتصال بين ريلاى الحمل للمولد وريلاى الحمل لباقى المولدات بتوصيل + الاتصال ب+ الاتصال للريلاى الاخر وال – بال – للريلاى الاخر

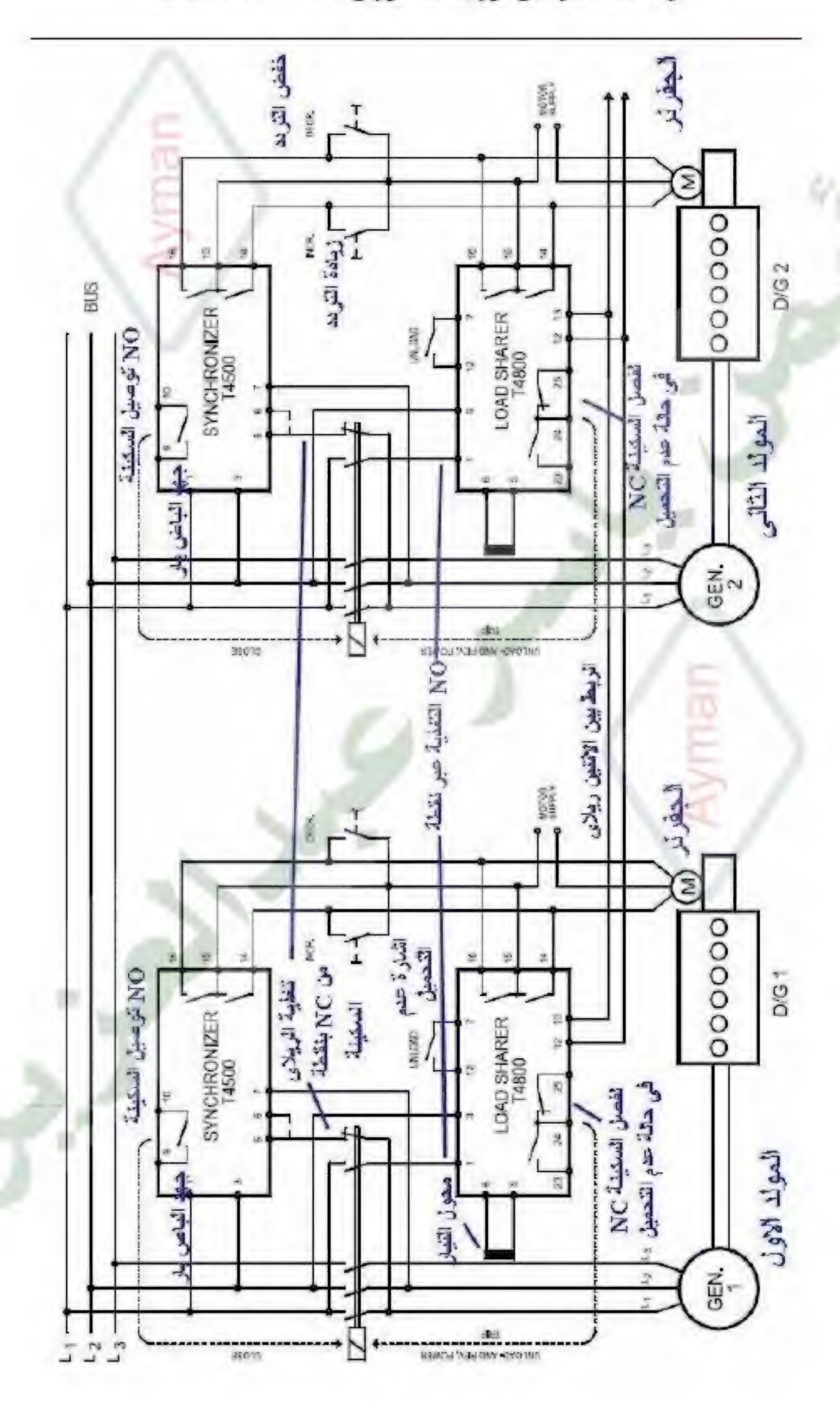
١. حدوث اتزان ولكن اتزان خاطىء لان الاحمال غير موزعة بالتساوى

- للتاكد من الوصول للاتزان ستجد ان نقط خرج التحكم فى زيادة او خفض التردد لاتعمل (الليد مطفىء)
- التاكد من ان مقاومة توزيع الاحمال على صفر فى حالة المولدات متساوية فى القدرة وثانوى محول التيار متساوى ولو قدرة المولد مختلفة او ثانوى محول التيار تاكد من الضبط الصحيح للمقاومة
- لو فرق الاحمال بين المولدات تقريبا الضعف يبقى تتاكد ان محول التيار على فاز غير فازتين التغذية

٢. لو فيه اتزان صحيح للاحمال ولكن الحمل يزيد ويقل

- يتم ضبط الاستقرارية بادارة المقاومة مع عقارب الساعة قليلا حتى ثبات الاحمال

ريلاى التزامن وريلاى توزيع الاحمال الفعالة



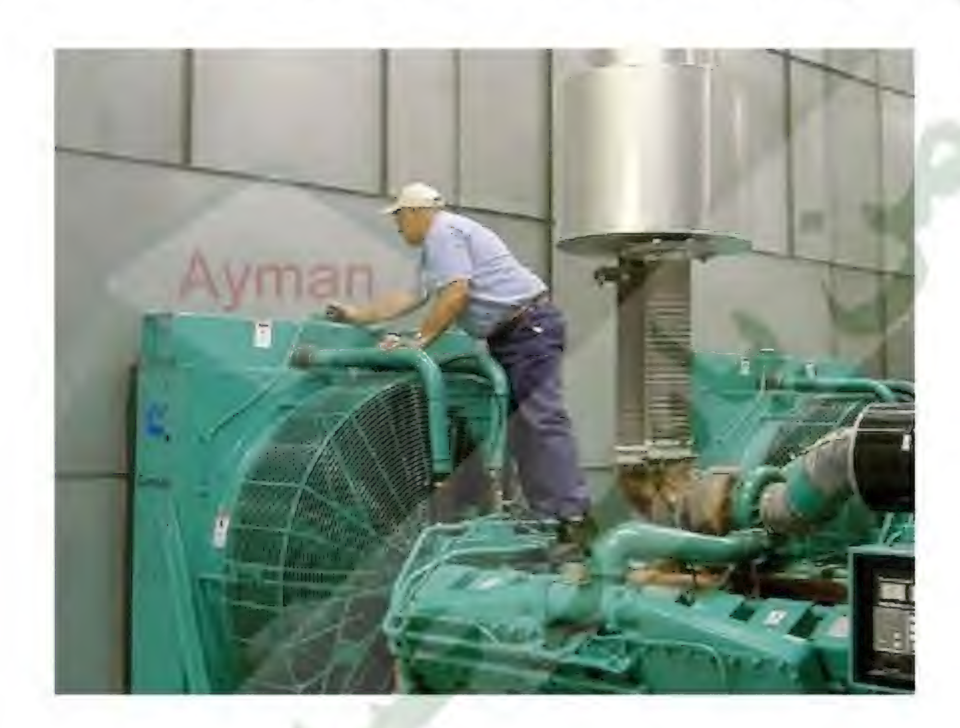
الفصل التاسع
الصيانة الوقائية

الصيانة الوقائية

- يجب فحص البطاريات والتاكد من مستوى الماء بالخلايا وجهد الخلايا وجهد البطارية وحالة الشحن مع العلم ان البطارية مع الزمن تزداد مقاومتها الداخلية بالتالى يقل الامبير بالتالى قياس جهد البطارية ليس كافى ويجب تجريبها على الحمل (اى بتشغيل المارش ٣ مرات كل مرة ١٠ ثوانى- وانت قافل محبس الوقود للتاكد من عدم بدء المولد) ،مع الاخذ فى الاعتبار ايضا ان البطاريات تضعف وتحتاج الى تغييرها بعد ٢-٣ سنين او فى حالة ضعف شحنتها ، ايضا يجب تنظيف البطاريات من الاتربة عليها بواسطة قطعة من القماش النظيف ولو لاحظت وجود صدأ على اطراف البطارية فك الكابل وقم بتحضير محلول من لتر ماء و ١٠٠ جرام صودا وقم بغسل اطراف توصيل البطارية مع الحرص الشديد لعدم دخول الماء الخلايا ثم قم بشطف الترامل واعلى البطارية بالماء النظيف وتجفيفها بقطعة قماش وتوصيل الكابلات مرة اخرى ووضع قطعة شحم على الترامل لضمان عدم تاكلاها مرة اخرى ودمتم ،قم بقياس الجاذبية النوعية لحمض البطارية باستخدام الهيدروميتر ويجب ان تكون قراءة الجهاز لبطارية مشحونة تقريبا ١,٢٦ اما لو كانت اقل من ١,٢٥ فيجب شحن البطارية، اخيرا يجب التاكد من احكام ربط الكابلات بالبطارية



- فحص انابيب والوصلات الخاصة بماء التبريد والتاكد من عدم وجود تسريب او شروخ او تشققات او عدم ربط جيد للوصلات وتنظيف الراداياتير من الاتربة العالقة به بواسطة قطعة قماش نظيفة او فرشة ناعمة مع الحرص لعدم احداث الضرر به
- مراجعة مستوى ماء التبريد واضافة ماء ان لزم الامر (يجب الرجوع للمصنع لمعرفة نسب خليط ماء التبريد الموصى به)



- فحص فلتر الهواء وتنظيفه ان احتاج الى ذلك او تغييره ان لزم الامر وهو عبارة عن فلتر من الورق المقوى والذى يمكن تنظيفه واعادة استخدامه ان لم يكن متضرر ،
- الوقود معرض للتحلل لذا احد اسباب تشغيل المولد شهريا هى استهلاك الوقود قبل تحلله ! والذى يؤدى الى سدد الفلتر الوقود والحاق الضرر بالمحرك لذا يجب مراجعة المصنع للمعالجة الموصى بها للوقد فى حالة عدم استخدامه لفترة اكثر من ٣-٦ اشهر ويجب تفريغ الوقود من الفلتر كل فترة محددة لمنع تسببه فى انسداد الفلتر
- فحص فلتر الوقود والتاكد من عدم انسداده نتيجة تراكم الوقود او انتهاء عمره الافتراض وتغييره ان لزم الامر ،والتاكد من مستوى الوقود فى الخزان اليومى وتصريف اى ماء متكثف فى تانك الوقود
- مراجعة مستوى الزيت فى المولد بعد ايقاف المولد (الانتظار ١٠ دقائق للتاكد من عودة الزيت الى اسفل) وتغيير فلتر الزيت كل فترة معينة يحددها المصنع

- فحص مواسير العادم والمواسير المرنة لاى تسريب او شرخ او عدم ربط جيد او سخونة زائدة للاجزاء المحيطة بها
- تشغيل المولد نصف ساعة شهريا بحمل لا يقل عن ثلث قدرته وذلك للتاكد من التزييت الجيد لجميع الاجزاء وعدم تكون صدأ على التوصيلات الكهربية ويجب عدم تشغيل المولد بدون حمل فترة طويلة لان الوقود غير المحترق سيتراكم على انابيب العادم
- مراقبة المولد اثناء العمل لاى صوت غير معتاد ،ومراقبة ضغط الزيت ودرجة حرارته، ودرجة حرارة ماء التبريد ومعدل استهلاك الوقود
- لو هتغير ماء او زيت خلى بالك من درجة حرارتهم حتى لا تعرض نفسك للحروق
- المولد يجب ان يتم تسخينة مرة على الاقل اسبوعيا
- يجب ان يعمل ٤ ساعات بالحمل الكامل سنويا
-

اعطال المولد الكهربية

١. عدم بناء المولد للجهد

فى حالة مولد بتغذية منفصلة

- ✓ يتم قياس جهد خرج مولد المغناطيس الدائم
  - لو الجهد مش مظبوط تبقى المشكلة فيه
  - لو الجهد مظبوط قم بالتالى
- ✓ تشغيل المولد بلا حمل وبجهد بطارية ثابت (بعد فصل الملفات من منظم الجهد) وقياس جهد خرج المولد
  - لو الجهد مظبوط تبقى المشكل فى منظم الجهد او اطراف توصيل حساس الجهد بالمنظم
  - لو الجهد مش مظبوط تبقى المشكل فى القنطرة او ملفات المجال الرئيسية او ملفات مجال الاكسيتر

فى حالة مولد بتغذية ذاتية

- ✓ تشغيل المولد بلا حمل وبجهد بطارية ثابت (بعد فصل الملفات من منظم الجهد) وقياس جهد خرج المولد
  - لو الجهد مظبوط نقوم بفصل البطارية واعادة توصيل منظم الجهد ونقيس الجهد
    - لو الجهد مظبوط تبقى المشكل كانت فى المغناطيسيه المتبقية (وتم استعادتها بتوصيل البطارية)
    - لو الجهد اقل من المقنن يبقى تراجع على توصيل اطراف حساس الجهد بالمنظم لو سليمة تبقى المشكل فى القنطرة الدوارة او ملفات المولد armature winding
    - لو الجهد بصفر يبقى المشكل فى منظم الجهد او ملفات مجال الاكسيتر او ملفات المجال الرئيسية
  - لو الجهد مش مظبوط تبقى المشكل فى القنطرة او ملفات مجال الاكسيتر او ملفات المجال الرئيسية

٢. جهد منخفض للمولد فى حالة اللاحمل

- قم بقياس السرعة بواسطة تاكوميتر او بقياس التردد واظبط السرعة ان لزم الامر

- تاكد من عمل منظم الجهد (فيوز ضارب)
- تاكد من ضبط منظم الجهد (بعد التاكد من سرعة الديزل!)
- تشغيل المولد بلا حمل وبجهد بطارية ثابت (بعد فصل الملفات من منظم الجهد) وقياس جهد خرج المولد لو الجهد مظبوط تبقى المشكل فى منظم الجهد لو الجهد مش مظبوط تبقى المشكل فى القنطرة الدوارة او ملفات مجال الاكسيتر او ملفات المجال الرئيسية

٣. جهد المولد منخفض فى حالة التحميل
- تاكد من ان الحمل اقل من قدرة المولد وان الاحمال متزنة على فازات المولد
- بدء محرك او عدة مواتير قدرة كبيرة
- التاكد من عمل شورت على ثانوى محول تيار منظم الجهد فى حالة تشغيل مولد بمفرده (بيعمل خفض للجهد فى حالة التوازى)
- تشغيل المولد بلا حمل وبجهد بطارية ثابت (بعد فصل الملفات من منظم الجهد) وقياس جهد خرج المولد لو الجهد مظبوط تبقى المشكل فى منظم الجهد لو الجهد مش مظبوط تبقى المشكل فى القنطرة الدوارة او ملفات مجال الاكسيتر او ملفات المجال الرئيسية

٤. الجهد غير متزن على الثلاث فازات فى حالة لا حمل
- يبقى مشكلة فى العضو الثابت للمولد

٥. الجهد يختفى اثناء التشغيل
- تاكد من منظم الجهد
- تاكد من سلامة الفاريستور والقنطرة الدوارة
- فى حالة عدم وجود مشكلة فيما سبق ينحصر العطل فى ملفات الاكسيتر (العضو الثابت والمتحرك) ملفات المجال الرئيسية او تلف منظم الجهد

٦. جهد المولد غير ثابت

- التاكد من ثبات سرعة الديزل
- التاكد من ثبات الاحمال (دخول وخروج الاحمال سيؤدى لتذبذب الجهد)
- التاكد من اعدادات منظم الجهد ومن سلامة اى مقاومة خارجية لضبط الجهد
- تلف منظم الجهد
- تلف قنطرة التوحيد الدوارة

٧. جهد المولد عالى

- تاكد من ان معامل القدرة متاخر (لو معامل قدرة متقدم سيؤدى للارتفاع جهد خرج المولد)
- تاكد من اعدادات منظم الجهد
- تاكد من توصيلات منظم الجهد
- قم بتغيير منظم الجهد

٨. المولد يبنى جهد اثناء البدء ثم ينخفض الجهد الى الجهد المتبقى

- مشكلة بمنظم الجهد

٩. ارتفاع حرارة المولد

- الحمل اكبر من المولد
- التهوية لا تعمل
- مشكلة بدائرة التبريد
- اتزان الامبير على الثلاث فازات

اعطال المولد الميكانيكية

العطل	السبب
ارتفاع حرارة رومان البلى ل ٨٠ درجة فوق حرارة الجو	• يجب تغييرها لو تحول لونها للازرق او تحول لون الشحم للاسود او تعدت ٢٠ الف ساعة تشغيل او ٣ سنين • عدم اتزان جيد للروتور
ارتفاع حرارة جسم المولد الخارجى ل ٤٠ درجه فوق حراره الجو	• سدد فلتر الهواء ان وجد او وجود عوائق امام فتحة دخول الهواء • جهد عالى للمولد (اكبر من ١٠٥% • تحميل زائد على المولد overload
اهتزار عالى وضوضاء	• عدم وزن الكوبلنج Misalignment coupling • مشكلة بالكوبلنج • عدم وزن جيد للروتر
تلف المولد بسبب حدوث قصر او ترامن خاطىء تبعه صوت زن واهتزازات فى المولد	• حدوق قصر على اطراف المولد • تزامن خاطىء • كسر الكوبلنج • كسر او انحناء الشافت • حدوث قصر فى ملفات المجال الرئيسية • كسر المروحة او فكها من الاكس • تلف القنطرة الدوارة

الفصل العاشر
الفحوصات
و
تتبع الاعطال

الاجهزة المستخدمة فى القياس والفحص

مالتى ميتر او افوميتر (سواء انالوج او ديجيتال) لقياس المقاومة والجهد والتردد ان امكن






تاكوميتر لقياس السرعة حتى ٥٠٠٠ لفة فى الدقيقة او فريكونسى ميتر لقياس التردد (و يفضل ان يكون جهد خرج المولد هو الجهد المقنن اثناء قياس التردد او السرعة حتى يكون القياس دقيق)



ميجر ٥٠٠ او ١٠٠٠ فولت لقياس عزل الملفات



كلامب امبير او بنسة امبير لقياس تيار المولد

قنطرة كلفن لقياس المقاومة اقل من ١ اوم بدقة عالية مثل مقاومة ملفات العضو الثابت للمولد وملفات العضو المتحرك لمولد الاثارة

قنطرة واطستون لقياس المقاومة اقل من ١٠ اوم بدقة عالية مثل مقاومة ملفات العضو المتحرك للمولد وملفات العضو الثابت لمولد الاثارة

- لو المقاومة اكبر من ١٠ اوم الافوميتر يقيسها بدقة
- لو المقاومة اقل من ١٠ اوم واكبر من ٠,٥ اوم نستخدم قنطرة واطستون
- المقاومة اقل من نصف اوم تقاس فقط بقنطرة كلفن مثل مقاومة العضو الثابت للمولد والعضو المتحرك لمولد الاثارة (يمكن التاكد من سلامة ملفات العضو الثابت للمولد بتغذية المجال من بطارية ثابتة)

يتم الرجوع للداتا شيت للمولد لمعرفة قيم المقاومة لاجزاء المولد سواء لملفات العضو الثابت للمولد او ملفات الاكسيتر سواء عضو ثابت او متحرك او ملفات المجال الرئيسية مع ملاحظة درجة حرارة الجو عن قياس المقاومة لتطبيق معامل تصحيح (حيث ان المقاومة تزيد بزيادة درجة حرارة الجو) بالتالى فان الداتا شيت يذكر لك قيمة المقاومة عند درجة حرارة الجو اثناء قياسها بالتالى يجب استخدام معامل تصحيح اذا قمت بقياس المقاومة فى درجة حرارة جو مختلفة...

مثال لداتا شيت لمولد استامفورد
لاحظ ان درجة الحرارة المسجلة عند قياس المقاومة كانت ٢٠ درجة سليزيوس

LV804 Parameters

Frame Size	L-L AC Volts	Freq. Hz	Typical Residual AC Voltages		Normal AC Voltage on Terminals 6,7,8	Transformer Primary Winding Ohms 20 C	Transformer Secondary Winding Ohms 20 C	Exciter Stator Winding Ohms 20 C	Exciter Rotor Winding L-L Ohms 20 C	Main Rotor Winding Ohms 20 C	Main Stator L-N Ohms 20 C	PMG Stator Winding Ohms 20 C
			Term'ls 6,7,8	Main L-L Term'ls								
LV804R	400	50	35	60	190-250	Refer to	Refer to	17.5	0.075	1.32	0.00069	2.7
	690	50	35	100	190-250	Factory	Factory	17.5	0.075	1.32	0.00158	2.7
	480	60	35	70	190-250	"	"	17.5	0.075	1.32	0.00069	2.7
	600	60	35	90	190-250	"	"	17.5	0.075	1.32	0.00097	2.7
LV804S	400	50	35	60	190-250	"	"	17.5	0.075	1.40	0.00054	2.7
	690	50	35	100	190-250	"	"	17.5	0.075	1.40	0.00145	2.7
	480	60	35	70	190-250	"	"	17.5	0.075	1.40	0.00054	2.7
	600	60	35	90	190-250	"	"	17.5	0.075	1.40	0.00078	2.7
LV804T	400	50	35	60	190-250	"	"	17.5	0.075	1.50	0.00044	2.7
	690	50	35	100	190-250	"	"	17.5	0.075	1.50	0.00115	2.7
	480	60	35	70	190-250	"	"	17.5	0.075	1.50	0.00044	2.7
	600	60	35	90	190-250	"	"	17.5	0.075	1.50	0.00075	2.7
LV804W	400	50	35	60	190-250	"	"	17	0.090	1.47	0.00033	2.7
	690	50	35	100	190-250	"	"	17	0.090	1.47	0.00090	2.7
	480	60	35	70	190-250	"	"	17	0.090	1.47	0.00033	2.7
	600	60	35	90	190-250	"	"	17	0.090	1.47	0.00048	2.7
LV804X	400	50	35	60	190-250	"	"	17	0.090	1.63	0.00027	2.7
	480	60	35	70	190-250	"	"	17	0.090	1.63	0.00027	2.7
	600	60	35	90	190-250	"	"	17	0.090	1.63	0.00037	2.7
LV804Y	690	50	35	100	190-250	"	"	17	0.090	1.69	0.00066	2.7

تتبع العطل

الخطوة الاولى

❖ مولد التغذية الذاتية

يتم فصل تغذية منظم الجهد وتشغيل المولد وقياس الجهد المتبقى

١. لو لم يكن هناك جهد متولد دل ذلك على فقد المغناطيسية المتبقية ويجب عمل فلاش للملفات واعادة الاختبار فلو لم يعطى جهد دل ذلك على مشكلة بعزل الملفات الرئيسية
٢. لو الجهد متزن على الثلاث فازات والاتزان فى حدود ١% دل ذلك على سلامة ملفات العضو الثابت للمولد وكذلك سلامة ملفات المجال والقنطرة الدوارة
٣. لو الجهد غير متزن على الثلاث الفازات باكثر من ١% دل ذلك على مشكلة بملفات العضو الثابت للمولد او فى ملفات المجال الرئيسية او فى ملفات مجال الاكسيتر او فى القنطرة الدوارة ولتحديد اى الاجزاء بها مشكلة نذهب للخطوة الثانية

❖ مولد التغذية المنفصلة

اختبار ال PMG

يتم فك الثلاث فاز المغذى لمنظم الجهد وتشغيل المولد عند السرعة المقننة وقياس الجهد خرج PMG لازم يكون فى الحدود المبينة ويكون متزن

١. لو كان جهد ال PMG متزن ونفس الجهد فى الداتا شيت يبقى ال PMG سليم ونتنقل للخطوة التالية
٢. لو جهد الخرج نفس الجهد المدون فى الداتا شيت ولكن جهد الثلاث فازات غير متزن نفك غطاء المولد المولد ونقيس الثلاث الواصلين بين مولد PMG والمنظم لايكون كابل مقطوع او مهرب لو سلام نقيس مقاومة العضو الثابت لل PMG لازم تكون مقاومة كل فازة متساوية وفى حدود ١٠% كما مسجل فى البيانات
٣. اما لو كان الجهد المقاس متزن ولكن قليل عما هو مدون فى الداتا شيت يبقى العضو الدوار لل PMG لازم يتغيير (طبعا اتاكد الاول ان الديزل يدور بالسرعة المقننة)

الخطوة الثانية (اختبار الملفات والقنطرة الدوارة)
وذلك بفصل منظم الجهد وتغذية ملفات المجال من

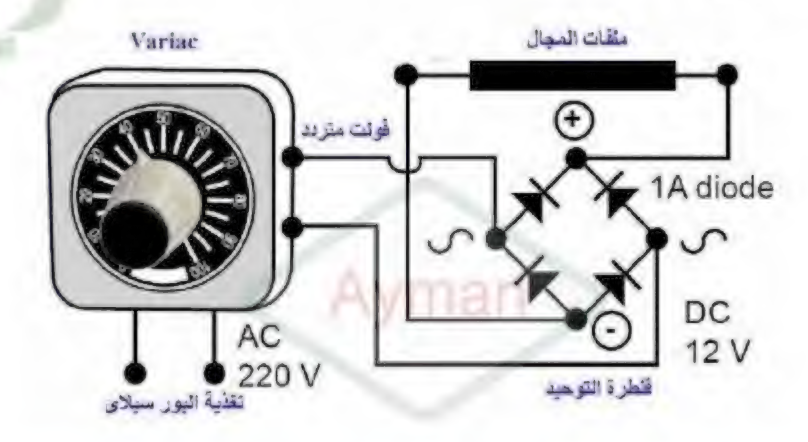
- بطارية ١٢ فولت ثابتة



- او بطارية ١٢ فولت ومقاومة متغيرة ٥٠ اوم ٣٠٠ وات ودايود واحد امبير (يمكن الاستغناء عن الدايود)



- او باستخدام بور سبلاى متغير الخرج باستخدام فارياك Variac وقنطرة توحيد



يتم فصل منظم الجهد وتغذية ملفات المجال من بطارية ثابتة ١٢ فولت وقراءة جهد المولد على الثلاث فازات والنيوترال (فاز-فاز و فاز-نيوترال)

١. لو الفولت اكبر من المقنن ب + ١٠ % والفازات متزنة فى حدود ١% (الفرق بين جهود الثلاث فازات) يبقى ملفات العضو الثابت للمولد والعضو المتحرك (المجال الرئيسى) وملفات العضو الثابت والمتحرك للاكسيتر والقنطرة كلهم سلام وفل على الاخر واشطه يابرنس
٢. لو الفولت متزن فى حدود ١% ولكن الجهد اقل من المقنن ب ١٠% يبقى ملفات العضو الثابت للمولد الرئيسى سليمة ويجب اختبار ملفات المجال الرئيسية وملفات العضو الثابت والمتحرك للاكسيتر واختبار القنطرة
٣. لو الفولت غير متزن (اكثر من ١%) والجهد اقل من ١٠% من المقنن يبقى لازم اختبار كل الاجزاء على حدى سواء ملفات العضو الثابت او المتحرك الرئيسية وملفات العضو الثابت والمتحرك للاكسيتر واختبار القنطرة

- **معنى ان الجهد على الثلاث فازات غير متزن باكبر من ١% ده معناه مشكلة فى ملفات العضو الثابت للمولد ولازم تتقاس بقنطرة كلفن** مع العلم ان تلف ملفات العضو الثابت هتسبب تيار فى الجزء الشورت من الملفات مما يسبب احتراق فى هذا الجزء ممكن تشم ريحة احتراق وهتزداد حرارة الملفات ايضا الشورت بين الملفات هيبان كحمل على محرك الديزل فهتلاحظ ان الديزل كانه متحمل من صوته وايضا هتسبب عدم اتزان الفولت على الثلاث فازات
- لو الجهد متزن على الثلاث فازات ولكن اقل من المقنن بنسبة اكبر من ١٠% يبقى المشكلة فى الدايود او الفاريستور او ملفات المجال الرئيسى او ملفات العضو الثابت للاكسيتر او ملفات العضو المتحرك للاكسيتر لكن اتاكد اولا من سرعة الديزل مظبوطة وان جهد البطارية مظبوط طبقا للجدول حيث ان جهد البطارية المطلوب يختلف باختلاف موديل المولد(بمعنى اخر المشكلة ممكن تكون فى كل الاجزاء الا ملفات العضو الثابت للمولد لان الفولت متزن بالتالى ملفات العضو الثابت سليمة)
- ويتم فحصهم بفصل اطراف العضو الثابت للاكسيتر من منظم الجهد وقياس المقاومة ومقارنتها بالداتا شيت ثم قياس العزل بالميجر، ويتم قياس مقاومة العضو المتحرك (الست اطراف فى القنطرة الدوارة ولكن يجب استخدام قنطرة كلفن) واخيرا يتم قياس مقاومة ملفات العضو المتحرك للمولد الرئيسى (ملفات المجال الرئيسية) بفصل احد اطرافها من القنطرة الدوارة وقياس اوم والتاكد انها نفس القيم بالجدول ثم اختبار الدايود والفاريستور بالقنطرة الدوارة

جدول يوضح جهد المجال فى حالة اللا حمل لموديلات مختلفة لمولدات ستامفورد

FRAME SIZE	EXCITATION AT NO-LOAD
BC16, 18, P0, P1	10 -12 VOLTS D.C.
UC22, UC27	10 -12 VOLTS D.C.
HC1 / SC1	10 -12 VOLTS D.C.
HC2 / SC2	10 -12 VOLTS D.C.
HC3 / SC3	9 - 11 VOLTS D.C
C20, C30, C40	9 -11 VOLTS D.C.
HC4,5 / SC4 , 5	10 -12 VOLTS D.C.
C45 ,C50, C60, C604	11 -12 VOLTS D.C.
HC6 / SC6/ AC6	12 -13 VOLTS D.C.
P7/ HC7 / SC7 / AC7	12 -14 VOLTS D.C

اعادة المغناطيسية المتبقية لملفات المجال

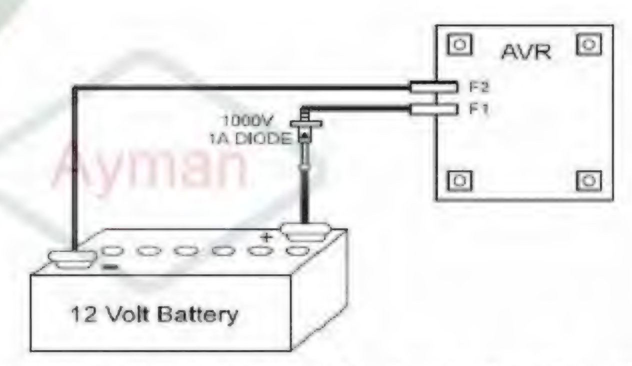
يتم فك اطراف ملفات المجال (من + و -) منظم الجهد وعدم فكهم سيعرض منظم الجهد للتلف

يتم توصيل جهد مستمر ٣-١٢ فولت توالى مع مقاومة من ٣-٥ اوم (٢٠ وات) توالى مع ملفات المجال بحيث طرف ملف المجال اللى هيتوصل ب + المنظم يتوصل بالموجب البطارية وطرف ملف المجال اللى هيتوصل بالجهاز ب - يتوصل بالسالب البطارية

مثلا يتم توصيل طرف ١٢ فولت موجب من بطارية لمقاومة ٥ اوم ٢٠ وات وطرف المقاومة بطرف الملف المجال (اللى هيتوصل ب + المنظم) وطرف ملف المجال التانى (اللى هيتوصل ب - المنظم) يتوصل بسالب البطارية لمدة ٣ ثوانى فقط (٣-٥ ثانية)ثم يتم فك اطراف ملفات المجال وتوصيلها بالجهاز طبقا للقطبية المشروحة سلفا موجب و سالب



لمولد ستامفورد BG يتم توصيل اطراف البطارية بخرج منظم الجهد (مع مراعاة القطبية) دون فصل اطراف ملفات المجال وتوصيل دايود ١ **امبير كما بالرسم لتجنب تلف المنظم**



لو هتستخدم بطارية المولد لعمل فلاش لملفات المجال يجب فصل نيوترال المولد من الارضى

قياس مقاومة ملفات العضو الثابت لمولد الاثارة (مجال الاكسيتر)

يتم فصل الطرفين من منظم الجهد F1-F2 وقياس المقاومة ١٨-٣٠ اوم بواسطة المالتى ميتر او الافو ميتر (لان المقاومة اكبر من ١٠ اوم)

قياس مقاومة ملفات العضو المتحرك لمولد الاثارة (الاكسيتر)

يتم فصل الثلاث فازات الخاصيين بملفات العضو المتحرك للاكسيتر من القنطرة الدوارة ويتم قياس المقاومة بواسطة قنطرة كلفن لان المقاومة اقل من ١ اوم

قياس مقاومة ملفات المجال الرئيسية (العضو الدوار للمولد)

يتم فك احد طرفى ملفات المجال من القنطرة الدوارة وقياس المقاومة بين الطرفين بواسطة قنطرة واطستون لان المقاومة اكبر من ١ اوم واقل من ١٠ اوم

قياس مقاومة ملفات العضو الثابت لل PMG

يتم فكك اطراف الملفات من منظم الجهد (تغذية منظم الجهد) وقياس المقاومة بين الملفات باستخدام قنطرة واطستون لان المقاومة اكبر من ١اوم واقل من ١٠ اوم و لازم تكون مقاومة كل فازة متساوية وفى حدود ١٠% كما مسجل فى البيانات

- العضو المتحرك لل PMG عبارة عن مغناطيس دائم وليست ملفات لذا لا يوجد قياس مقاومة للعضو المتحرك!!!

قياس المقاومة فى حالة عدم توفر قنطرة واطستون

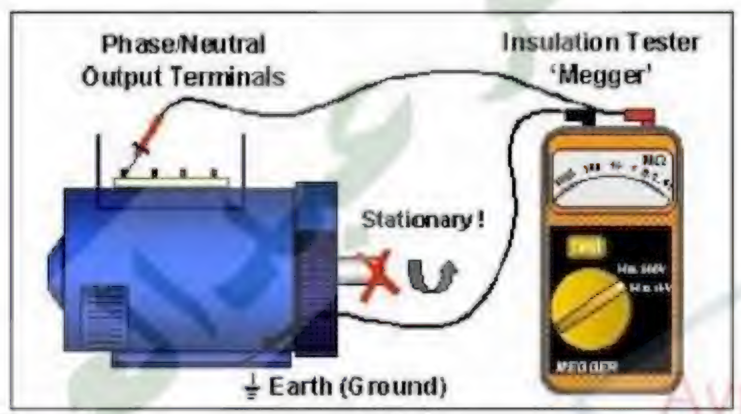
يمكن قياس المقاومة اكبر من ٠,٥ اوم واقل من ١٠ اوم بتوصيل الافو توالى مع المقاومة (لقياس التيار) وتوصيلها ببطارية ٦ فولت وقسمة الفولت على التيار لمعرفة المقاومة (الافو ذا مدى قياس تيار ١٠ امبير)



قياس مقاومة العزل للملفات العضو الثابت الرئيسية

- مقاومة العزل للملفات تقل بارتفاع درجة الحرارة بالتالى للحصول على القيم مظبوط يجب الاختبار فى درجة حرارة الجو العادية المحدده على اليافطة
- عند اختبار العزل يجب فصل منظم الجهد واى محول جهد واطراف حساس الحرارة سواء ثيرموستور او RTD يتم توصيلها بالسالب قبل الاختبار ويتم فصل البارة او الكابل المتصل بين النيوترال ومسمار الارضى بالروزتة
- مولدات الجهد المنخفض يختبر العزل بميجر ٥٠٠ فولت لمدة دقيقة وقياس العزل بين U-V-W والارضى ويجب ان يكون اكبر من ١٠ ميجا اوم للمولد الجديد لو اقل من كده لازم تجفيف الملفات

جهد المولد		
جهد منخفض	جهد متوسط	جهد عالى
١٠ ميجا اوم	١٠٠ ميجا اوم	٣٠٠ ميجا اوم



7 Figure

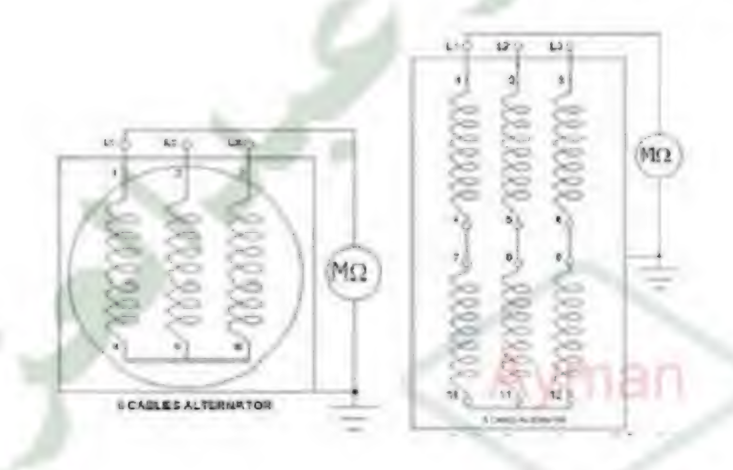
- لمولدات الجهد المتوسط والعالى حيث يتم اختبار الجهد المتوسط ب ٢,٥ كيلو فولت والجهد العالى ب ٥ كيلو فولت ،بعد الاختبار يتم عمل كوبرى بين ملفات المولد والارضى لمدة خمس دقائق بواسطة قضيب ارضى لتفريغ الشحنة من الملفات بعد اختبار العزل او اختبار الجهد العالى للمولد

- في حالة اختبار عزل الملفات اقل قيمة المقاومة تختلف فى حالة اختبار مولد جديد او مستعمل

جهد المولد	جهد الاختبار	اقل مقاومة عزل بالميجا اوم	
		مولد جديد	مولد بالخدمة
جهد منخفض حتى ١ كيلو فولت	ميجر ٥٠٠ فولت	١٠	٥
جهد متوسط من ١-٤,٦ كيلو فولت	ميجر ٢٥٠٠ فولت	١٠٠	٥٠
جهد عالى من ٤,٦-٣٠ كيلو فولت	ميجر ٥٠٠٠ فولت	٣٠٠	١٥٠

لاحظ

- يتم فك كابل المولد ومنظم الجهد وفك وتاريض حساس الحرارة ان وجد
- يتم تاريض جسم المولد
- لايتم فك توصيلة ستار للملفات
- يتم قياس العزل بين طرف الملفات وجسم المولد كما موضح بالرسم



قياس مقاومة العزل لملفات العضو الثابت للاكسيتر

- يتم فك اطراف ملفات المجال من منظم الجهد حتى لايتلف المنظم و يتم قياس مقاومة العزل بين احد طرفى الملفات وجسم مولد الاكسيتر باستخدام ميجر بجهد ٥٠٠ فولت ويجب ان تكون المقاومة كما موضح بالجدول

قياس مقاومة العزل لملفات العضو المتحرك للاكسيتر

- يتم فك اطراف ملفات المجال من منظم الجهد وفك اطراف خرج الاكسيتر من القنطرة وقياس مقاومة العزل بين الثلاث ملفات وجسم مولد الاكسيتر باستخدام ميجر بجهد ٥٠٠ فولت ويجب ان تكون المقاومة كما موضح بالجدول

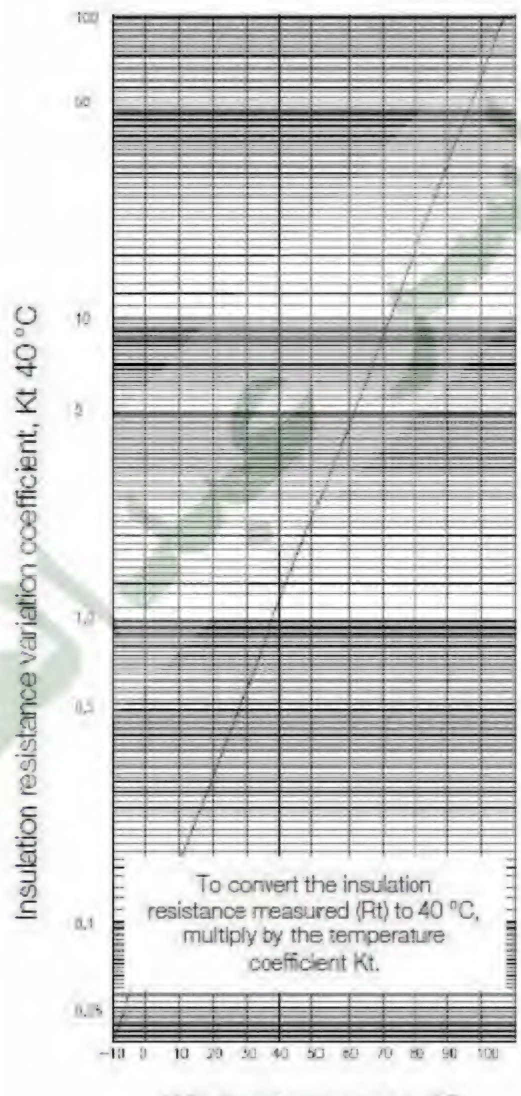
	اقل مقاومة للعزل بالميجا اوم	
	جديد	فى الخدمة
مولد المغناطيس الدائم PMG	٥	٣
العضو الثابت للاكسيتر	١٠	٥
العضو المتحرك للاكسيتر	٢٠٠	١٠٠

قياس مقاومة العزل لملفات العضو الثابت لمولد المغناطيس الدائم PMG

- يتم فك اطراف تغذية منظم الجهد ويتم قياس مقاومة العزل بين الاطراف الثلاثة وجسم مولد المغناطيس الدائم باستخدام ميجر بجهد ٥٠٠ فولت ويجب ان تكون المقاومة كما موضح بالجدول السابق

فى حالة قياس مقاومة العزل فى درجة حرارة جو تختلف عن ٤٠ درجة سليزيوس يجب عمل تصحيح لقيمة المقاومة المقاسة

- المحور الافقى يعبر عن درجة حرارة الجو المقاس عندها مقاومة العزل
- المحور الراسى يعبر عن معامل التصحيح الواجب ضربه فى قيمة مقاومة العزل المقاسة لنحصل على قيمة العزل عند حرارة ٤٠ سليزيوس
- لاحظ انك اذا كانت حرارة الجو المقاس عندها ٤٠ سليزيوس سيكون معامل التصحيح بواحد صحيح



Winding temperature °C

$R_{40^\circ C} = Rt \times Kt\ 40\ ^\circ C$

اختبار قنطرة التوحيد الدوارة

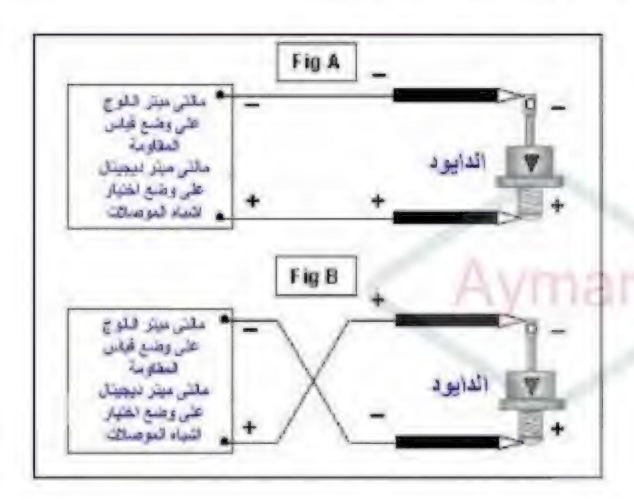
لاختبار الدايود

- يضبط الافو على وضع قياس الدايود
- يوصل موجب الافو (الطرف الاحمر) بانود الدايود ويوصل سالب الافو (الطرف الاسود) بكاثود الدايود وسيقرا الافو مقاومة صغيرة
- نعكس اطراف توصيل الافو بالدايود فنوصل موجب الافو بالكاثود وسالب الافو بالانود وسيقرا الافو مقاومة عالية
- اذا قرا الافو مقاومة عالية فى اتجاه وبعكس اطراف الافو قرا مقاومة قليلة يعنى ان الدايود سليم
- اذا قرا مقاومة صغيرة فى الاتجاهين او مقاومة عالية فى الاتجاهين يعنى ان الدايود تالف



- الافوميتر الديجيتال بيقرا اتجاه الالكترون ،الافوميتر الانالوج بيقرا اتجاه التيار (عكس اتجاه الالكترون) بالتالى لو وصلت موجب الافو بانود الدايود وسالب الافو بكاثود الدايود الافو الانالوج هيقرا مقاومة كبيرة OL و الافو الديجيتال يقرا مقاومة قليلة!!
- لو الافو المستخدم انالوج اعكس اطراف الاختبار عما هو موضح فى الصورة
- الخلاصة ان الدايود السليم يعطى مقاومة صغيرة فى اتجاه ومقاومة عالية فى الاتجاه الاخر ودمتم!

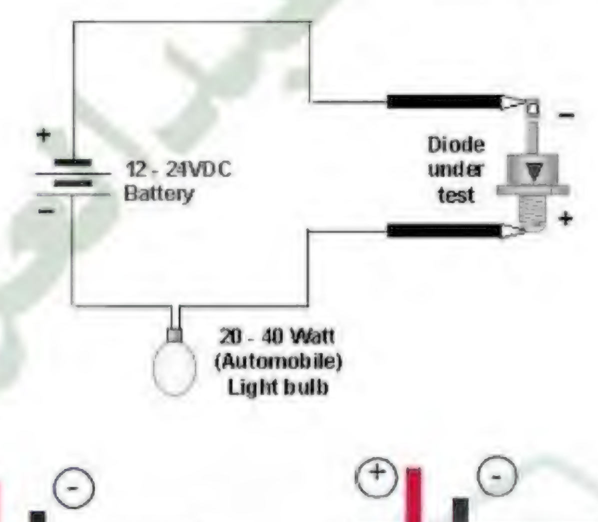
صورة اخرى توضح اختبار الدايود

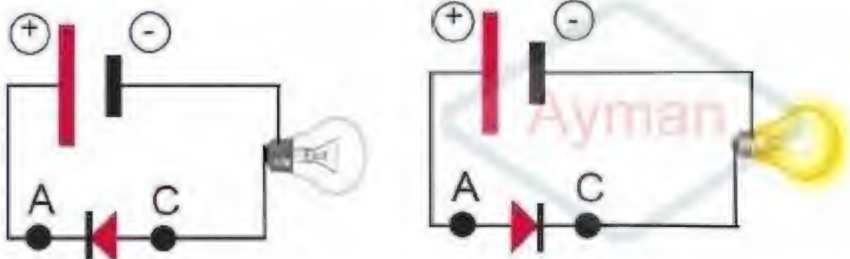


طريقة اخرى لاختبار الدايود

يتم استخدام بطارية ١٢ او ٢٤ فولت مستمر توالى مع لمبة سيارة ٢٠-٤٠ وات توالى مع الدايود المراد اختباره (يجب فكه من القنطرة)

- توصيل موجب البطارية للانود وسالب البطارية للكاثود ستضىء اللمبة
- عكس الاطراف بتوصيل موجب البطارية بالكاثود وسالب البطارية بالانود ستطفىء اللمبة





الدايود سليم

- لو اضاءت اللمبة فى اتجاه ولم تضىء فى الاتجاه الاخر

الدايود تالف

- لو اضاءت اللمبة فى الاتجاهين
- لو لم تضىء اللمبة فى الاتجاهين

مميزات هذه الطريقة

- تستخدم فى حالة عدم وجود افوميتر(اقصد بالافو مالتى ميتر حيث لا يوجد الافو منفردا!) او وحدة قياس المقاومة
- فى حالات نادرة فان الافوميتر قد يظهر ان الدايود سليم وفى الحقيقة هو تالف حيث ان جهد اختبار الدايود هو جهد بطارية الافو وهو جهد صغير (الافو الديجيتال به ٢ بطارية ١,٥ فولت اى ان الجهد ٣ فولت) بالتالى قد يظهر الدايود التالف خواص الدايود السليم وبمجرد وضع الدايود فى القنطرة والتشغيل يتعرض الدايود لجهد الدائرة وهو اعلى كثيرا من جهد بطارية الافو فقد تنهار المقاومة العكسية للدايود عند تعرضه لجهد التشغيل ويوصل فى الاتجاهين ، لذا ففى حالة الشك فى الدايود حتى بعد اختبار القنطرة بالافو نستخدم هذه الطريقة ، مع العلم ان الافو الانالوج ادق من الافو الديجيتال لان جهد بطاريته ١٢ فولت (٢ بطارية ١,٥ فولت وبطارية ٩ فولت)

خطوات اختبار القنطرة

- قد تحتاج لادارة اكس المحرك لذا قم باتباع الارشادات الخاصة بالمحرك فى هذا الشان ولا تستخدم مروحة الراداياتير!!
- تاكد من عدم امكانية تشغيل المولد
- قم بفك ٣ اطراف العضو الدوار للاكسيتر وطرفين ملفات المجال الرئيسية من القنطرة

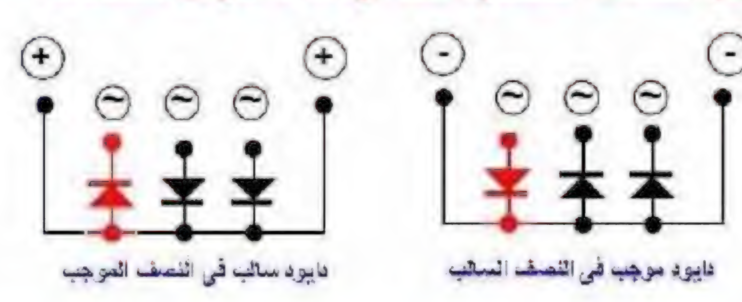


- قم باختبار الدايود الموجودة بالنصف السالب للقنطرة كما موضح بالرسم (كابل الدايود اسمر)



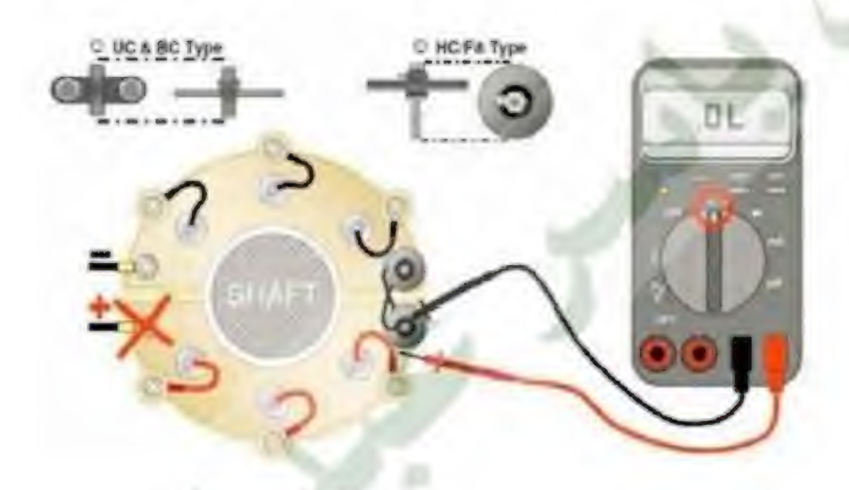
- ✓ يتم توصيل طرف الافو الموجب الى نصف القنطرة السالب (او كاثود الدايود او القلاووظ) وطرف الافو السالب الى الانود او الترملة للدايود
- ✓ يقيس مقاومة كبيرة فى الاتجاه الخلفى اكبر من ٣٠ كيلو اوم
- ✓ بعكس اطراف الافو يقيس مقاومة صغيرة فى الاتجاه الامامى
- ✓ لو قرا مقاومة كبيرة او صغيرة فى الاتجاهين يكون الدايود تالف

- قم باختبار الدايود الموجودة بالنصف الموجب للقنطرة (كابل الدايود احمر)
  - ✓ يتم توصيل طرف الافو الموجب الى الكاثود او الترملة للدايود وطرف الافو السالب الى نصف القنطرة الموجب (انود الدايود او القلاووظ)
  - ✓ يقيس مقاومة كبيرة فى الاتجاه الخلفى اكبر من ٣٠ كيلو اوم
  - ✓ بعكس اطراف الافو يقيس مقاومة صغيرة فى الاتجاه الامامى
  - ✓ لو قرا مقاومة كبيرة او صغيرة فى الاتجاهين يكون الدايود تالف
- لو دايود كان تالف الافضل تغيير دايود القنطرة بالكامل
- عند تغيير الدايود يجب استبداله بدايود من نفس النوع اى استبدال دايود موجب باخر موجب ودايود سالب باخر سالب، وضع دايود موجب مكان دايود سالب او دايود سالب مكان دايود موجب سيسبب قصر او شورت سيركت على ملفات العضو المتحرك للاكسيتر المغذية للقنطرة مما يؤدى لاحتراق الملفات



أختبار الفاريستور

- لاختبار الفاريستور افصل احد اطراف تغذية المجال الموجب او السالب وقيس مقاومة عليها ستعطى مقاومة كبيرة ١٠٠ ميجا اوم لو اعطيت مقاومة صغيرة تبقى تالفة ويجب تغييرها (لو محروقة بيبان عليها بمجرد النظر)
- يمكن تشغيل المولد بدون الفاريستور (فى حالة اكتشاف تلفها وعدم وجود فاريستور سليم لتركيبه) ولكن يجب تركيب الفاريستور الجديد فى اقرب فرصة
- اسباب تلف الفاريستور الجهد العابر العالى مثل صاعقة تضرب المولد او تزامن خاطىء او تشغيل مع الشبكة وفى حالة التلف التام للفاريستور بمجرد النظر يجب تغيير الدايود بالكامل حتى ولو سليم



صورة لفاريستور محروق



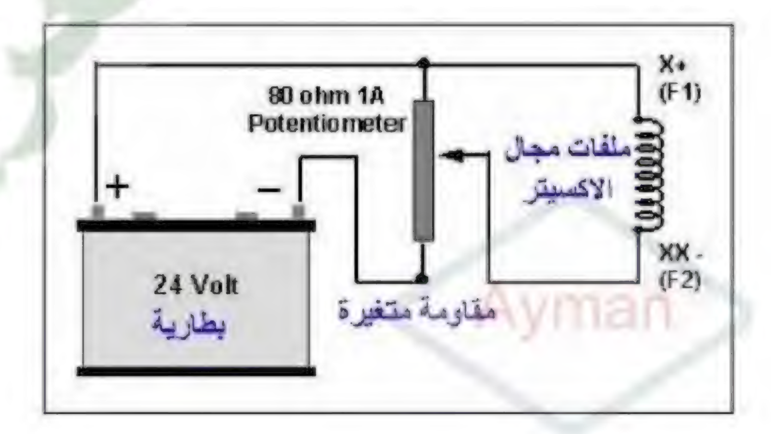


اذا وجد جزء تالف فى القنطرة سواء دايود او فاريستور فبعد اصلاح القنطرة يجب اختبار تشغيل المولد بتغذية منفصلة لو الجهد لسه قليل ومتزن يبقى لازم تقيس الاكسيتر

طرق تجفيف الملفات بصورة عامة ولستامفورد بصورة خاصة

فى حالة اكتشاف مقاومة عزل منخفضة يجب تجفيف الملفات باحدى الطرق القادمة

١. يمكن تجفيف المولد بوضعه فى فرن لمدة ٢٤ ساعة عند درجة حرارة ١١٠ (قم بفك منظم الجهد اولا من المولد!!) (ماركات اخرى توصى بوضعه فى فرن حرارته ١٣٠ سليزيوس لمدة ٨ ساعات لذا الافضل الرجوع للشركة المصنعة)
٢. يمكن تجفيف مولد التغذية الذاتية بفصل تغذية الاكسيتر (فصل ملفات المجال من منظم الجهد) وتشغيل المولد بالمغناطيسية المتبقية وتشغيل سخانات الملفات
٣. تجفيف اى مولد باستخدام الهواء الساخن باستخدام ٢ وحدة (الوحدة عبارة عن سخان ومروحة) بقدرة من ١-٣ كيلو وات وعلى بعد لايقل عن ٣٠ سم من الملفات لتجنب السخونة الزائدة واحتراق الملفات (وفصل منظم الجهد وادارة المولد لتوزيع الهواء على الملفات ولمنع تسخين جزء من الملفات لحرارة عالية عن الجزء الاخر)
٤. تجفيف المولد بفصل منظم الجهد وعمل قصر اى شورت سيركت على خرج المولد فى الروزتة وتوصيل بطارية ٢٤ فولت ومقاومة متغيرة (١٠ اوم ٥٠ وات تقريبا) الى ملفات المجال مع مراعاة القطبية ثم تشغيل المولد وزيادة جهد المجال تدريجيا بواسطة المقاومة المتغيرة مع قياس امبير المولد حتى وصول التيار الى القيمة المقننة ويجب الانتباه لعدم زيادة التيار عن المقنن حتى لا تحترق الملفات



- معدل ارتفاع حرارة الملفات اثناء التجفيف باستخدم طريقة القصر او الشورت سيركت يجب الا تتعدى ٥-٦ سليزيوس فى الساعة لتجنب تلف الملفات لتبخر الماء السريع من العزل واعلى حرارة تصل اليها الملفات لاتتعدى ٨٥-٩٠ سليزيوس لتجنب غليان الماء الموجود كرطوبة فى العزل (الماء يغلى عن ١٠٠ سليزيوس)
- بمعنى لو درجة حرارة الوسط هى ٤٠ درجة سليزيوس فان الملفات يجب ان تاخد ١٠ ساعات على الاقل حتى تصل الى ٩٠ درجة سليزيوس بمعدل ٥ درجات سليزيوس زيادة فى الساعة
- لو ملفات المولد بها حساس حرارة يمكن استخدامه وان لم يكن يجب استخدام حساس خارجى... (حساس حرارة الملفات عادة PT100 وهو عبارة ععن مقاومة من البلاتين حيث تكون مقاومة الحساس ١٠٠ اوم عند صفر سليزيوس وتصبح ١٠٧,٧ عند ٢٠ سليزيوس و ١٢٢,٥ عند ٨٥ سليزيوس)

يتم قياس مقاومة العزل كل نصف ساعة اثناء عملية تجفيف الملفات ورسم منحنى العزل مع الزمن مع ملاحظة انه فى البداية ستزداد المقاومة ثم ستقل لفترة قصيرة ثم تزداد مرة اخرى



طرق تنظيف الملفات

يتم تنظيف ملفات المولد من الاتربة والاوساخ العالقة به باستخدام احد منتجات التنظيف المصرح بها مع الملفات من قبل مولدات سومر مثل

Petrol بترول (بدون اضافات) غير قابل للاشتعال
Tolune (سام قليلا) غير قابل للاشتعال
Benzene بنزين
ciclohexar سيكلوهيكسار (غير سام)

يجب استخدام منتجات مصرح بها حتى لاتسبب تاكل لعزل الملفات بالتالى تسبب تلف المولد
يجب استخدام فرشاة مع الحرص على عدم وصول المحول لمجارى الملفات وعدم تراكم المحلول بالمولد
قم بتجفيف الملفات من المحلول باستخدام قطعة من القماش النظيف ودع اى بقايا له تتبخر قبل التجميع

يمكن تنظيف الملفات باستخدام حبيبات جافة من ثانى اكسيد الكربون (CO2 dry ice pellet) يتم اطلاقها بسرعة عالية (١٨٠ متر /ثانية) لتنظيف الملفات حيث يتم تغيير مقاس النوزل وضغط الهواء وكمية حبيبات ثانى اكسيد الكربون الجافة على حسب حجم المولد



خطوات فك روتور مولد GTA 160

١. يتم وضع المولد راسى كما موضح بالصورة التالية بحيث ديسك الكوبلن (الربط مع الديزل) يكون لاعلى



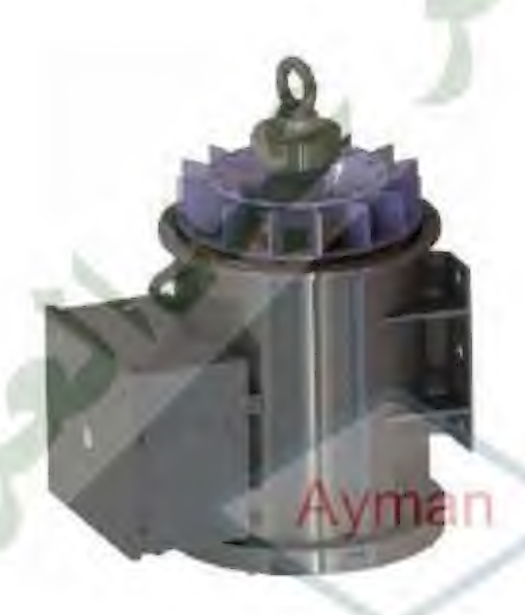
٢. يتم فك ديسك الكوبلن



٣. يتم تركيب حلقة رفع الروتور مكان ديسك الكوبلن



٤. يتم رفع الروتور بحرص بواسطة ونش رافع وبحذر حتى لاتتلف الملفات



خطوات فك روتور مولد AG 250

١. قم بفك ديسك الكوبلن
٢. قم بفك فلانشة الكوبلن
٣. قم بفك غطاء الاكسيتر
٤. قم بفك الكابل بين الاكسيتر والقنطرة
٥. قم بفك القفل الميكانيكى للاكسيتر وقم بفك الاكستير
٦. قم بتركيب اليد لفك الروتور الرئيسى



طريقة فك رومان البلى

يتم استخدام زرجينة لفك رومان البلى من الاكس



الصيانة الدورية لمولد سومر

- بعد ٢٠ ساعة تشغيل تاكد من ان جميع مسامير التثبيت مازلت مربوطة باحكام وتاكد من التوصيلات الكهربية والحالة العامة للمولد
- تاكد من عدم وجود عوائق اما حركة سحب وطرد الهواء لتبريد المولد وقم بازالة اى عوائق ان وجدت
- رومان البلى به شحم داخلى مدى الحياة والعمر الافتراضى لرومان البلى ٢٠ الف ساعة تشغيل او ٣ سنين

المنتجات المصرح باستخدامها لتنظيف الملفات

منتجات الشحوم النقية المتطايرة المصرح بها

- Normal petrol بترول عادى بدون اضافات غير قابل للاشتعال!
- Toluene تولين (سام قليلا) غير قابل للاشتعال
- Benzene بنزين (سام) غير قابل للاشتعال!
- Ciclohexare سيكلوهيكسار (غير سام) غير قابل للاشتعال!

لاتقم باستخدام

trichlorethylene, perchlorethylene,trichloroethane or any alkaline products.

قم باستخدام فرشة او سفنجة فى التنظيف لتجنب تراكم المنظف
لاتقم بسكب المنظف فى المجارى واستخدم فرشاة او سفنجة كما اوضحت!
قم بتجفيف الملفات بقطعة قماش نظيفة
قم بالانتظار الوقت الكافى قبل تجميع المولد لضمان تبخر اى منظف متبقى على الملفات

يجب ان تتم عملية تنظيف الملفات فى مركز تنظيف متخصص يحتوى على نظافة شفط vaccume والذى يجمع ويشفط المنظف من المولد!

تنظيف المولد باستخدام الماء او الماء المضغوط ممنوع تماما واى مشكلة بسبب ذلك لا يشملها الضمان!
يمكن استخدام الهواء المضغوط للتخلص من الغبار

الفصل الحادى عشر
يافطة بيانات المولد
Name plate

قدرة مجموعة التوليد طبقا لمواصفة الايزو Iso8528-1

طبقا للايزو تم اعتماد مسميات لمجموعة التوليد تحدد قدرة المولد ونوع الحمل ثابت ولا متغير وعدد ساعات التشغيل فى السنة واقصى زيادة لحرارة الملفات ومقدار الحمل الزائد المصرح به

Genset rating	Emergency standby power ESP	Limited time LTP prime	Prime rated power PRP	Continous operating power
قدرة مجموعة التوليد	مولدات الطوارىء الاحتياطية	مولد اساسى لزمن محدد	مولد اساسى	مولد تشغيل مستمر
نوع الحمل	متغير	ثابت	متغير	ثابت
عدد ساعات التشغيل السنوية	٢٠٠ ساعة/سنة	٥٠٠ ساعة/سنة	لا حدود للتشغيل	لا حدود للتشغيل
متوسط الحمل خلال ٢٤ ساعة	%٧٠	%١٠٠	%٧٠	%١٠٠
الحمل الزائد	لا	لا	١٠%لمدة ساعة كل ١٢ ساعة ولا يزيد عن ٢٥ ساعة اوفرلود فى السنة	لا
قدرة المولد	احتياطى Standby	احتياطى Standby	مستمر Continous	مستمر Continous
Duty cycle	S10	S10	S1	S1
اقصى ارتفاع/حرارة الجو	٤٠/١٥٠	٤٠/١٥٠	٤٠/١٢٥	٤٠/١٢٥

حساب متوسط الحمل خلال ٢٤ ساعة

- لو الحمل اقل من ٣٠% من قدرة المولد يتم احتسابه ب ٣٠%
- زمن توقف المولد لايحسب

متوسط الحمل خلال ٢٤ ساعة=قدرة الحمل ١ * الفترة الزمنية +قدرة الحمل ٢ * الفترة الزمنية / مجموع الفترات الزمنية لعمل المولد



مثال تحميل المولد على مدار ٢٤ ساعة

- تم تحميل المولد ب ٨٥% تقريبامن قدرته لزمن T1 وليكن ساعة
- اصبح الحمل ٧٠% تقريبا من قدرة المولد لمدة t2 وليكن ساعتين
- توقف المولد لزمن D وليكن ١٠ ساعات
- تم تحميل المولد ب ١٠٠% لمدة T3 ولتكن ساعة
- توقف المولد لزمن وليكن ٧ ساعات
- تم تحميل المولد ب ١٥% من قدرته تقريبا لمدة t_{n-1} ولتكن ساعتين (لان القدرة اقل من ٣٠% يتم احتسابها ب ٣٠% كما اوضحنا)
- تم تحميل المولد ب ٧٢% من قدرته لمدة Tn ولتكن ساعة
- اذا جمعت عدد الساعات ستجدها ٢٤ ساعة (١+٢+١٠+١+٧+٢+١)
- سيتم احتساب ساعات التشغيل فقط كما اوضحنا سلفا

متوسط الحمل خلال ٢٤ ساعة= (٨٥*١+٧٠*٢+١٠٠*١+ ٣٠*٢+٧٢*١) /(١+٢+١+٢+١)

متوسط الحمل خلال ٢٤ ساعة=٧/٤٥٧=٦٥,٢٨%

اى اذا كان المولد احتياطى ESP او اساسى PRP يعنى متوسط الاحمال فى ٢٤ ساعة اقل من ٧٠% يعنى فله!

لو متوسط الاحمال اكبر من ٧٠% اذا يجب زيادة قدرة المولد لضمان ان المتوسط اقل من ٧٠%

جدول يوضح قدرة مولد ستامفورد موديلات مختلفة ٢ قطب احادى الوجه ٥٠ هرتز طبقا للتشغيل الاحتياطى او التشغيل المستمر وكلاس عزل الملفات

Dedicated Series 220V - 240V 50Hz/3000rpm
Parallel 110V - 120V 0.8 Power Factor

Winding 05	TEMPERATURE RISE									
	Standby 163/27		Standby 150/40		Continuous 125/40 (H)		Continuous 105/40 (F)		Continuous 80/40 (B)	
Model	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW
PI042D	10.0	8.0	9.1	7.3	8.4	6.7	7.5	6.0	6.7	5.4
PI042E	12.0	9.6	10.9	8.7	10.1	8.1	9.0	7.2	8.1	6.5
PI042F	13.9	11.1	12.6	10.1	11.7	9.4	10.6	8.5	9.4	7.5
PI042G	15.9	12.7	14.5	11.6	13.4	10.7	12.0	9.6	10.7	8.6
PI142D	20.0	16.0	18.1	14.5	16.8	13.4	15.0	12.0	13.4	10.7
PI142E	21.9	17.5	19.9	15.9	18.4	14.7	16.6	13.3	14.7	11.8
PI142F	25.4	20.3	23.1	18.5	21.4	17.1	19.3	15.4	17.1	13.7
PI142G	29.8	23.8	27.1	21.7	25.1	20.1	22.5	18.0	20.1	16.1
PI142H	31.8	25.4	28.9	23.1	26.8	21.4	24.0	19.2	21.4	17.1
PI142J	35.9	28.7	32.6	26.1	30.2	24.2	27.2	21.8	24.2	19.4

Standby 163/27

يعنى بها ان المولد يعمل احتياطيا واقصى ارتفاع لحرارة الملفات ١٦٣ درجة عند حرارة الجو ٢٧ درجة

Standby 150/40

يعنى بها ان المولد يعمل احتياطيا واقصى ارتفاع لحرارة الملفات ١٥٠ درجة عند حرارة الجو ٤٠ درجة

Continous 125/40 (H)

يعنى بها ان المولد يعمل مستمر واقصى ارتفاع لحرارة الملفات ١٢٥ درجة عند حرارة الجو ٤٠ درجة وذلك للمولد ذا عزل ملفات كلاس H

H-F-B درجات عزل الملفات كما اوضحنا سابقا

لاحظ ان

- قدرة المولد عند درجة حرارة ٤٠ اقل قليلا من قدرة المولد عند درجة حرارة جو ٢٧ سليزيوس
- فى حالة التشغيل المولد احتياطى ارتفاع حرارة الملفات المسموح به عند حرارة جو ٤٠ هى ١٥٠ درجة وهى اقل من ارتفاع الحرارة المسموح به للملفات فى حالة تشغيل المولد عند حرارة جو ٢٧ وهى ١٦٣ سليزيوس (اقصى حرارة هى ١٩٠)

- قدرة مولد فى حالة التشغيل المستمر اقل من قدرته فى حالة التشغيل احتياطيا بمقدار ١٠% لو كلاس العزل **H** و ٢٠% لو كلاس **F** و ٣٠% لو كلاس **B** تقريبا

جدول يوضح قدرة مولد ستامفورد موديلات مختلفة ٢ قطب ثلاثى الاوجه ٥٠ هرتز طبقا للتشغيل الاحتياطى او التشغيل المستمر وكلاس عزل الملفات

Star	380V-415V	50Hz/3000rpm
Parallel Star	190V-208V	0.8 Power Factor
Delta	220V-240V	

Winding 311	TEMPERATURE RISE									
	Standby 163/27		Standby 150/40		Continuous 125/40 (H)		Continuous 105/40 (F)		Continuous 80/40 (B)	
Model	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW
PI042D	13.8	11.0	13.5	10.8	12.5	10.0	11.5	9.2	10.0	8.0
PI042E	16.5	13.2	16.2	13.0	15.0	12.0	13.5	10.8	12.0	9.6
PI042F	19.3	15.4	18.9	15.1	17.5	14.0	16.0	12.8	14.0	11.2
PI042G	22.0	17.6	21.6	17.3	20.0	16.0	18.0	14.4	16.0	12.8
PI142D	27.5	22.0	27.0	21.6	25.0	20.0	22.5	18.0	20.0	16.0
PI142E	30.3	24.2	29.7	23.8	27.5	22.0	25.0	20.0	22.0	17.6
PI142F	35.2	28.2	34.6	27.7	32.0	25.6	29.3	23.4	25.6	20.5
PI142G	41.3	33.0	40.5	32.4	37.5	30.0	34.5	27.6	30.0	24.0
PI142H	44.0	35.2	43.2	34.6	40.0	32.0	36.0	28.8	32.0	25.6
PI142J	49.5	39.6	48.6	38.9	45.0	36.0	40.5	32.4	36.0	28.8

Standby 163/27

يعنى بها ان المولد يعمل احتياطيا واقصى ارتفاع لحرارة الملفات ١٦٣ درجة عند حرارة الجو ٢٧ درجة

Standby 150/40

يعنى بها ان المولد يعمل احتياطيا واقصى ارتفاع لحرارة الملفات ١٥٠ درجة عند حرارة الجو ٤٠ درجة

Continous 125/40 (H)

يعنى بها ان المولد يعمل مستمر واقصى ارتفاع لحرارة الملفات ١٢٥ درجة عند حرارة الجو ٤٠ درجة وذلك للمولد ذا عزل ملفات كلاس **H**

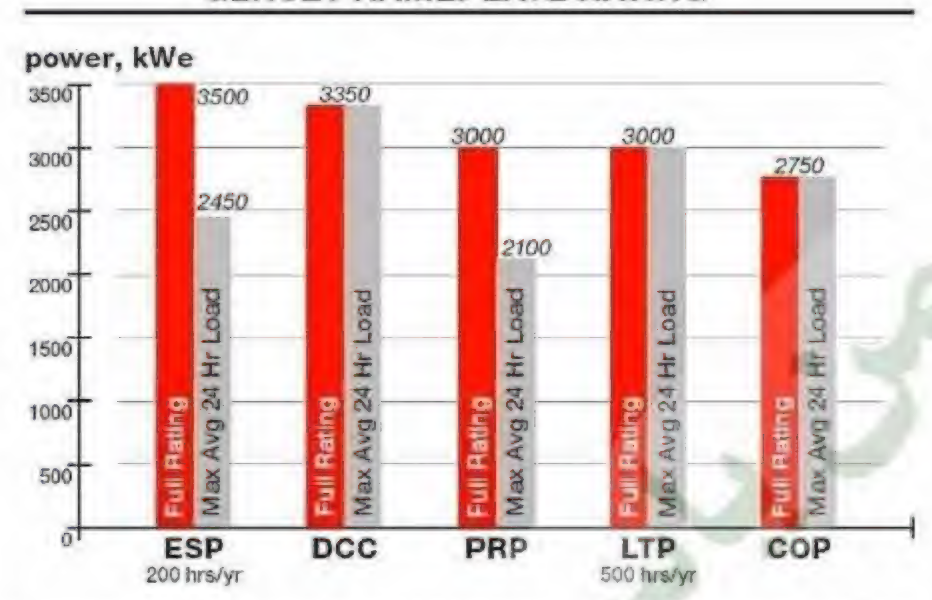
H-F-B درجات عزل الملفات كما اوضحنا سابقا

لاحظ ان

- قدرة المولد عند درجة حرارة ٤٠ اقل قليلا من قدرة المولد عند درجة حرارة جو ٢٧ سليزيوس
- فى حالة التشغيل المولد احتياطى ارتفاع حرارة الملفات المسموح به عند حرارة جو ٤٠ هى ١٥٠ درجة وهى اقل من ارتفاع الحرارة المسموح به للملفات فى حالة تشغيل المولد عند حرارة جو ٢٧ وهى ١٦٣ سليزيوس (اقصى حرارة هى ١٩٠)

قدرة مولد التشغيل المستمر اقل من قدرته احتياطيا بمقدار ١٠% لو كلاس العزل **H** و ٢٠% لو كلاس **F** و ٣٠% لو كلاس **B** تقريبا

رسم يوضح ان نفس الديزل يمكن ان يركب لمولد بقدرات مختلفة



Cummins generator set model C3500D6E – 95L diesel engine platform

مع ملاحظة ان ارتفاع قدرة المولد على نفس الديزل يعنى تحميل اكبر على الديزل يعنى ضرورة عمل الديزل لفترات اقل كما موضح بالرسم

يوجد ثلاث يافطات بيانات

١- يافطة بيانات المولد
توضع بواسطة الشركة المصنعة للمولد

٢- يافطة بيانات وحدة التوليد
توضع بواسطة الشركة المجمعة للمولد والديزل معا فى وحدة واحدة

٣- يافطة بيانات الديزل
توضع بواسطة الشركة المصنعة لمحرك الديزل

اولا يافطة بيانات المولد

لايجب ان تعتمد على يافطة بيانات وحدة التوليد (لان عادة هى اللى بتبقى اقرب واظهر) لتجنب الخطأ ويجب ان تتاكد من القدرة وبيانات المولد من يافطة المولد نفسه

قدرة المولد تختلف حسب الاستخدام كما شرحنا بالتفصيل

١. القدرة لو المولد الاحتياطىStandby power S10
   - يعمل عدد ساعات محدودة فى اليوم واذا تم تشغيله مستمر سيعطب
   - يتم تخفيض قدرته بمقدار ١٠% لو تم تشغيله مستمر وسيعمل بلا مشاكل

٢. القدرة لو المولد مستمر Prime mover /continous power :S1
   - اى يعمل باستمرار ، ولو هيعمل احتياطى تزيد قدرته بمقدار ١٠% تقريبا
   - Prime mover يعنى المولد يعمل باستمرار لتشغيل حمل متغير
   - Continous power يعنى المولد يعمل باستمرار لتشغيل - حمل ثابت

شرح لوحة بيانات مولد ماركة استامفورد

STAMFORD®

SERIAL NUMBER	الرقم المسلسل السيريال	DUTY	التحميل مستمر ولا احتياطي
FRAME / CORE	الموديل او الاطار	EXCITATION VOLTAGE	جهد ملفات المجال
BASE/(PEAK) RATING kVA	القدرة الظاهرية كيلو فولت امبير	EXCITATION CURRENT	تيار ملفات المجال
BASE/(PEAK) RATING kW	القدرة الفعالة كيلو وات	INSULATION CLASS	درجة عزل الملفات
AMPERES BR	تيار المولد	AMBIENT TEMPERATURE	درجة حرارة الجو
relative thermal life (TL)	معامل العمر الحرارى النسبي	TEMPERATURE RISE	اقصي زيادة مسموحة لحرارة الملفات
FREQUENCY	التردد	THERMAL CLASSIFICATION	اقصي حرارة للملفات
RPM	سرعة دوران المولد	ENCLOSURE	درجة الحماية ضد الماء والاتربة
VOLTAGE	جهد المولد	STATOR WINDING	كود الملفات
PHASE	عدد الفازات	STATOR CONNECTION	طريقة توصيل الملفات
PF	معامل قدرة المولد		
(BASE CONTINUOUS RATING kVA BR @ 125/40C)		قدرة المولد فى حالة التشغيل المستمر	
كيلو فولت امبير	كيلو وات	التيار	

BS 5000, Part 3 IEC 60034-1 ISO 8528-3

لاحظ ان القدرة الظاهرية قد توصف ب Base او Peak كذلك القدرة الفعالة

- Base Rating KVA تعنى اقصى قدرة للمولد فى حالة التشغيل المستمر وعادة هاتلاقى التحميل duty S1 اى تحميل مستمر ولا يذكر معامل الحرارى النسبى TL ويجب ان يذكر بجانب القدرة الحرفين BR
- Peak Rating KVARتعنى اقصى قدرة للمولد فى حالة التشغيل الاحتياطى ويجب ان يذكر بجانب القدرة الحرفين PR (يكون المولد اعلى فى القدرة بمقدار ١٠% ويسمح لحرارة الملفات انها تزيد اكبر من اقصى حرارة لها كما اوضحنا) وعادة هاتلاقى التحميل Duty S10 اى احتياطى standby ويجب فى هذه الحالة ان يذكر معامل العمر الحرارى النسبى للمولد TL لان تشغيل المولد هيسبب اجهاد حرارى للملفات وعادة تشغيل المولد بالقدرة دى لمدة ساعة تعادل تشغيل المولد بالقدرة الاساسية Base rating لمدة من ٢-٦ ساعات اى انك يجب ان تقوم بعمل الصيانات الدورية خلال عدد ساعات اقل بمقدار ٢-٦ مرة من لو تم تشغيله بالقدرة الاساسية base rating

مثال لوحة بيانات مولد ماركة استامفورد (تشغيل مستمر)

STAMFORD®

SERIAL NUMBER	X09A020072	DUTY	CONTINUOUS (S1)
FRAME / CORE	HCI634J1	EXCITATION VOLTAGE	59
BASE RATING kVA	1000 (BR)	EXCITATION CURRENT	3.50
BASE RATING kW	800	INSULATION CLASS	CLASS H
AMPERES BR	1519.39	AMBIENT TEMPERATURE	40 C
FREQUENCY	50 HERTZ	TEMPERATURE RISE	125 C
RPM	1500	THERMAL CLASSIFICATION	180 C
VOLTAGE	380	ENCLOSURE	IP23
PHASE	3	STATOR WINDING	311
PF	0.80	STATOR CONNECTION	SERIES STAR

BS 5000,PART 3 IEC 34-1 ISO 8528-3
NEMA MG 1-32 BS EN 60034-1

8 Figure

القدرة الظاهيرة ١٠٠٠ كيلو فولت امبير BR اى اقصى قدرة للتشغيل المستمر
القدرة الفعالة ٨٠٠ كيلو وات (١٠٠٠ * ٠,٨=٨٠٠) BR اى اقصى قدرة للتشغيل المستمر
التيار المقنن ١٥١٩,٣٩ امبير BR اى اقصى تيار مستمر للمولد
التردد ٥٠ هرتز ، السرعة ١٥٠٠ لفة/دقيقة (يعنى ٤ قطب)
الجهد ٣٨٠ فولت ، عدد الفازات ٣ ، معامل القدرة ٠,٨
التحميل مستمر continous s1
جهد المجال٥٩ فولت مستمر
تيار المجال ٣,٥ امبير
درجة العزل H اى يتحمل حرارة حتى ١٨٠ درجة
درجة حرارة الجو ٤٠ درجة
اقصى ارتفاع لحرارة الملفات ١٢٥ درجة
درجة الحماية ضد المياه والاتربة IP 23
طريقة توصيل الملفات ستار طويلة او ستار توالى او long star اى ان هذه التوصيلة تعطى الجهد والتيار المقنن المدون على اليافطة

مثال اخر لوحة بيانات مولد استامفورد (تشغيل احتياطى)

- Dutyاو الخدمة او التحميل: المولد احتياطى Stand by S10 يعنى لو هيشتغل باستمرار يتخفض قدرته بمقدار ١٠%
- القدرة الظاهيرة الاسمى ٣٣ كيلو فولت امبير PR يعنى اقصى قدرة للمولد فى حالة التشغيل احتياطى
- القدرة الفعالة ٢٦,٤ كيلو وات PR (٣٣*٠,٨=٢٦,٤ كيلو وات) حيث ان الكيلو وات = كيلو فولت امبير فى معامل القدرة
- التيار=٤٧,٤ امبير PR يعنى اقصى تيار للمولد لو شغال احتياطى
- التردد ٥٠ هرتز
- السرعة ١٥٠٠ لفة/دقيقة (يعنى ٤ قطب)
- الجهد ٤٠٠ فولت
- عدد الفازات ٣
- معامل القدرة ٠,٨
- جهد المجال ٥٢ فولت مستمر
- تيار المجال ٢,٢ امبير
- درجة العزل H اى يتحمل حرارة حتى ١٨٠ درجة تقريبا
- اعلى زيادة فى الحرارة ١٦٣ درجة تقريبا (درجة حرارة الوسط ٢٧)
- درجة الحماية ضد المياه والاتربة Ip23
- طريقة توصيل الملفات ستار طويلة (هى دى التوصيلة المصمم عليها التيار والجهد المغنى)



9 Figure

شرح لوحة بيانات مولد ماركة سومر

LEROY SOMER ALTERNATEURS PARTNER ALTERNATORS

LSA [الموديل] Date [التاريخ]
N° [نوع الملفات/ عدد اطراف المولد] [التردد] Hz
Min-1/R.P.M. [اقل سرعة] Protection [درجة الحماية]
Cos Ø /P.F [معامل القدرة] Cl. ther. / Th.class [درجة العزل]
Régulateur/A.V.R. [موديل منظم الجهد]
Altit. [الارتفاع عن سطح البحر] m Masse / Weight [الوزن]
Rlt AV/D.E bearing
Rlt AR/N.D.E bearing
Graisse / Grease [نوع الشحم]
Valeurs excit / Excit. values [جهد المولد]
en charge / full load [جهد/تيار الاثارة]
à vide / at no load [تيار الاثارة فى لا حمل]

PUISSANCE / RATING
Tension Voltage [جهد المولد فى التوصيلات المختلفة] V
Phase [عدد فازات المولد فى التوصيلات المختلفة] Ph
Connex. [التوصيلة الاولى] [الثانية] [الثالثة]
Continue Continuous 40°C [قدرة المولد فى التشغيل المستمر للتوصيلات المختلفة] kVA kW A
Secours Std by 27°C [قدرة المولد فى التشغيل الاحتياطى للتوصيلات المختلفة] kVA kW A
Made in FRANCE - 1 024 959/b

166631 CE Conforme à C.E.I 60034-1. According to I.E.C 60034-1.

- يذكر قدرة المولد فى حالة التشغيل مستمر عند درجة حرارة جو ٤٠ درجة سليزيوس
- يذكر قدرة المولد فى حالة التشغيل احتياطى عند درجة حرارة جو ٢٧ درجة سليزيوس
- اكيد فى التشغيل عند درجة حرارة اعلى مما هو موضح لكل قدرة يجب عمل تخفيض
- قدرة المولد تقريبا ثابتة فى حالة تغيير طريقة التوصيل الا فى حالة واحدة فقط وهى توصيل المولد دلتا مزدوجة لتحويله من ثلاثى الاوجه الى احادى الوجه فان قدرة المولد تكون تقريبا ٠,٥٨*قدرة الثلاثة فاز
- يذكر امبير دائرة الاثارة فى حالة لا حمل وحمل كامل مما يسهل عملية تتبع الاعطال

مثال لوحة بيانات مولد سومر



عدد اطراف المولد ٦ اطراف
تردد المولد ٥٠ هرتز
اقل سرعة للمولد ١٥٠٠ لفة/دقيقة
درجة الحماية ضد المياه والاتربة IP23
معامل القدرة ٠,٨
درجة العزل class H
اقصى جهد للاثارة ١٣,٣ فولت
اقصى امبير للاثارة ٢,٨٩ امبير
امبير الاثارة فى حالة اللاحمل ٠,٨٤
قدرة المولد الظاهرية فى حالة التشغيل المستمر عند درجة حرارة ٤٠ سليزيوس هى ٦٣ كيلو فولت امبير
قدرة المولد الظاهرية فى حالة التغشيل الاحتياطى عند درجة حرارة ٢٧ سليزيوس هى ٧١ كيلو فولت امبير
فى حالة التوصيل دلتا مزدوجة تكون قدرة المولد المستمر هى ٣٨ كيلو فولت امبير وقدرة المولد الاحتياطى هى ٤١ كيلو فولت امبير

مثال اخر

يافطة بيانات المولد

١. القدرة الفعالة ١٢ كيلو وات
٢. معامل القدرة ٠,٨
٣. القدرة الظاهرية (١٢/٠,٨=١٥ ك ف أ)
٤. عدد الفازات ٣
٥. الجهد ٤٠٠ فولت
٦. الامبير ٢١,٧ امبير
٧. درجة العزل B
٨. معامل الحماية IP ٢١



يافطة بيانات مولد جهد عالى

١. القدرة الفعالة ٥٧٠٠ كيلو وات
٢. القدرة الظاهرية ٦٧٠٦ كيلو فولت امبير
٣. معامل القدرة ٠,٨٥
٤. الامبير ٢٩٣ امبير
٥. الجهد ٧,٥/١٣,٢ كيلو فولت
٦. عدد الفازات ٣
٧. التردد ٥٠ هرتز
٨. عدد الاطراف ٦
٩. السرعة ١٥٠٠ لفة/دقيقة
١٠. امبير ملفات المجال ٥,١ امبير
١١. جهد ملفات المجال ١٠٠ فولت مستمر
١٢. التردد PMG ١٥٠ هرتز
١٣. الجهد PMG ٢٠٠ فولت
١٤. درجة العزل
١٥. معامل الحماية IP
١٦.



ثانيا يافطة بيانات وحدة التوليد

يوضح بها

١- الرقم المسلسل لوحدة التوليد واسم الشركة المجمعة
٢- موديل المولد والرقم المسلسل الخاص به
٣- موديل الديزل والرقم المسلسل الخاص به
٤- موديل وحدة التحكم والرقم المسلسل الخاص بها
٥- قدرة المولد فى حالة كونه احتياطى standby او سيغذى احمال ثابتة باستمرار continous او سيغذى احمال متغيرة باستمرار prime mover
٦- جهد وتردد وسرعة المولد
٧- اقصى امبير للمولد فى حالة معامل قدرة ب ٠,٨ او ٠,٩ او واحد صحيح
٨- ظروف تشغيل المولد (اقصى حرارة للوسط – اقصى نسبة رطوبة – اقصى ارتفاع عن سطح البحر)



لاحظ انه بارتفاع معامل قدرة الحمل عن ٠,٨ يجب عمل تخفيض لقدرة المولد بمقدار (٠,٨/ معامل القدرة الجديد)

مثلا عند حمل بمعامل قدرة ٠,٩ يجب عمل تخفيض بمقدار ٠,٨/٠,٩=٠,٨٨

اقصى امبير للمولد عند معامل قدرة ٠,٩ = ٦٨ (الامبير عند معامل قدرة ٠,٨)* ٠,٨٨ (نسبة التخفيض) =٦٠,٤= تقريبا ٦١ امبير

- المولد يستطيع ان يعطى نفس الامبير اى نفس القدرة عند معامل قدرة ٠,٨-١ ولكن سيكون الديزل محمل بحمل زائد مقداره ٢٠% عند معامل قدرة واحد صحيح وحمل كامل (حيث ستكون كيلو وات المولد تساوى كيلو فولت امبير المولد) وسيؤدى ذلك لارتفاع حرارته وفصله بسبب الحرارة الزائدة او خفض عمره الافتراضى لذا يجب عمل تخفيض عند زيادة معامل القدرة عن ٠,٨ لحماية الديزل وليس المولد

- قدرة المولد لو هيعمل احتياطى للكهرباء العمومية standby اعلى بمقدار ١٠% من قدرته لو هيعمل باستمرار primemover

- لو زادت درجة حرارة الجو او/و نسبة الرطوبة او/و مقدار الارتفاع عن سطح البحر عن ما هو مسجل على اليافطة يجيب عمل تخفيض لقدرة المولد

ثالثا يافطة بيانات الديزل

- يتم ذكر اسم الشركة المصنعة للديزل
- يتم ذكر الرقم المسلسل للديزل
- يتم ذكر موديل وعائلة الديزل
- يتم ذكر ازاحة الديزل



الفصل الثانى عشر
تحديد قدرة المولد

يتم اختيار المولد بحيث

- قدرة تشغيل المولد اكبر من او يساوى قدرة تشغيل المحرك
- قدرة بدء المولد اكبر من او يساوى قدرة بدء المحرك
- مراعاة نسبة التوافقيات
- تخفيض قدرة المولد طبقا لمعامل قدرة الحمل ودرجة حرارة الوسط والارتفاع عن سطح البحر
- نسبة الانخفاض فى الجهد المسموح بها

حساب قدرة تشغيل المحرك وقدرة بدء المحرك

- يتم حساب قدرة الدخل للمحرك بالكيلو وات وذلك بقسمة قدرة المحرك بالكيلو وات على كفاءة المحرك (eff)

P=Hp*0.746/eff

- يتم قسمة القدرة على البور فاكتور (للمحرك) للحصول على القدرة الظاهرية (قدرة التشغيل للمحرك)

S =P/Cos phi

- يتم ضرب قدرة التشغيل فى معامل بدء المحرك K للحصول على قدرة بدء المحرك SS

SS=K*S

معامل بدء المحرك يعتمد على طريقة بدء المحرك

- لو محرك بدء مباشر فيتم معرفة مقدار تيار locked rotor مقارنة بالتيار المقنن للمحرك من مانيوال المحرك او من يافطة المحرك وهو ده المعامل(لو تيار البدء للمحرك ٧ مرات تيار التشغيل يبقى معامل البدء ٧)
- لو محرك بدء ستار دلتا يتم معرفة مقدار تيار locked rotor مقارنة بالتيار المقنن ونقسمه على ٣ (لو تيار البدء للمحرك ٧ مرات تيار التشغيل يبقى معامل البدء =٧/٣=٢,٣)
- لو محرك بدء بمحول ذاتى بجهد ٨٠% يتم معرفة مقدار تيار locked rotor مقارنة بالتيار المقنن ونضربه فى ٠,٦٤ (٠,٨*٠,٨) (لو تيار البدء للمحرك ٧ مرات تيار التشغيل يبقى معامل البدء =٧*٠,٦٤= ٤,٤٨)

- لو محرك بدء بمحول ذاتى بجهد ٦٥% يتم معرفة مقدار تيار locked rotor مقارنة بالتيار المقنن ونضربه فى ٠,٤٢ (٠,٦٥*٠,٦٥) (لو تيار البدء للمحرك ٧ مرات تيار التشغيل يبقى معامل البدء =٧*٠,٤٢=٢,٩٥)
- لو محرك بدء بمحول ذاتى بجهد ٥٠% يتم معرفة مقدار تيار locked rotor مقارنة بالتيار المقنن ونضربه فى ٠,٢٥ (٠,٥*٠,٥) (لو تيار البدء للمحرك ٧ مرات تيار التشغيل يبقى معامل البدء =٧*٠,٢٥=١,٧٥)
- لو المحرك يبدء بسوفت ستارتر فمعامل البدء يعتمد على جهد بدء السوفت ستارتر مثلا لو جهد بدء السوفت ستارتر هو ٦٠% من الجهد المقنن يبقى نضرب تيار locked rotor فى ٠,٣٦ (٠,٦*٠,٦) واى جهد بدء تقدر تحسب معامل البدء بنفس الطريقة
- لو المحرك يعمل بانفرتر تيار البدء تقريبا تيار الحمل الكامل بالتالى معامل البدء تقريبا بواحد

فى يافطة المحرك حرف يعبر عن معامل بدء المحرك طبقا للنيما Nema

بالتالى بتلجأ لجدول النيما الذى يحدد معامل البدء (كيلو فولت امبير البدء/الحصان) لكل حرف بالتالى لتحصل على قدرة البدء (كيلو فولت امبير البدء) تضرب المعامل ده فى قيمة حصان المحرك (وليس فى قدرة التشغيل بالفولت امبير) لذا وجب التنويه !!

CHART A			
NEMA CODE LETER	LOCKED ROTOR KVA/HP	NEMA CODE LETER	LOCKED ROTOR KVA/HP
A	0-3.14	L	9.0-9.9
B	3.15-3.54	M	10.0-11.19
C	3.55-3.99	N	11.2-12.49
D	4.0-4.49	P	12.5-13.99
E	4.5-4.99	R	14.0-15.99
F	5.0-5.59	S	16.0-17.99
G	5.6-6.29	T	18.0-19.99
H	6.3-7.09	U	20.0-22.39
J	7.1-7.99	V	22.4-UP
K	8.0-8.99		

NEMA STD. MG 1-10.36 JAN '84

لو الحمل اكثر من محرك , مثلا ٣ مواتير

- قدرة تشغيل المولد اكبر من او يساوى مجموع قدرات تشغيل المحركات
- قدرة بدء المولد اكبر من او يساوى (قدرة بدء المحرك الثالث +قدرة تشغيل المحرك الاول والتانى)(بفرض ان المحركات تبدء بالتتابع بالتالى اول محرك هيبدء وقدرة البدء هى قدرة بدء المحرك الاول وبعدين تانى محرك هيبدء بالتالى قدرة البدء هى قدرة تشغيل المحرك الاول + قدرة بدء المحرك التانى وبعدين نبدء المحرك التالت بالتالى قدرة البدء
  هى قدرة تشغيل المحرك الاول والتانى + قدرة بدء المحرك التالت ودى هتبقى الاعلى بالتالى نصمم المولد عليها) وكما نلاحظ تتابع بدء المحركات مهم بالتالى يجب الالتزام بتتابع بدء المحركات المصمم عليه المولد ويفضل ان نبدء بالمحرك الاكبر فى القدرة ثم الاقل منه ثم الاصغر لاختيار اقل قدرة ممكنة للمولد....
- لو المحركات هتبدء مع بعض (وده هيبقى مكلف) بالتالى قدرة بدء المولد تبقى اكبر من او يساوى مجموع قدرات بدء المحركات الثلاثة بالتالى هيبقى المولد اعلى فى القدرة بالتالى اغلى بدون داعى!

لو حمل احادى الوجه

يتم توزيعه على الفازات لعمل اتزان (التيار فى الفازات متساوى تقريبا فى حدود ٥%) وحساب القدرة الكلية بجمع الاحمال الاحادية على كل فازة او استخدام اكبر حمل احادى على فازة (لو الفازات مش متساوية) حيث نضربه فى ٣ لنحصل على القدرة ٣ فاز

- قدرة البدء لمحرك يونيفرسال (عام) تقريبا مرتين قدرة التشغيل
- قدرة البدء لمحرك احادى ستارت كباستور تقريبا ثلاث مرات قدرة التشغيل

قدرة البدء لمحركات احاديه الوجه

CHART C

ESTIMATED CODE G ELECTRIC MOTOR STARTING AND RUNNING WATTS

MOTOR HP	MOTOR RUN WATTS	MOTOR STARTING WATTS			
		UNIVERSAL MOTORS (SMALL APPLIANCES)	REPULSION INDUCTION MOTORS	CAPACITOR START MOTORS	SPLIT PHASE MOTORS
1/6	300	600	750	850	1500
1/4	400	800	1000	1300	2000
1/3	475	950	1185	1600	2400
1/2	650	1000	1600	2000	3200
3/4	900	1200	2200	2800	N/A
1	1000	N/A	2500	3200	N/A
1-1/2	1700	N/A	4200	5500	N/A
2	2000	N/A	5000	6800	N/A
3	3200	N/A	8000	10000	N/A
5	5000	N/A	12500	15000	N/A

يتم تخفيض قدرة المولد بناء على

١. معامل تخفيض عند زيادة درجة حرارة الجو غن ٤٠ درجة
٢. معامل تخفيض عند زيادة الارتفاع عن١٠٠٠ متر عن سطح البحر
٣. معامل التخفيض عند انخفاض معامل قدرة الحمل عن ٠,٨

اولا التخفيض لزيادة حرارة الجو عن ٤٠ درجة سليزيوس

عادة يتم التخفيض بمقدار ٣% لكل ٥ درجات زيادة عن ٤٠ سليزيوس

جدول التخفيض لمولدات ستامفورد موديلات S0 to P7

درجة حرارة الجو	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠
معامل التخفيض	١	٠,٩٧	٠,٩٤	٠,٩١	٠,٨٨

معامل التخفيض لمولد ستامفورد موديل P80 يختلف اختلاف طفيف تبعا لنوع العزل

نوع العزل	40	45	50	55	60
Class H	1	0.97	0.94	0.91	0.88
Class F	1	0.97	0.93	0.90	0.86
Class B	1	0.96	0.81	0.87	0.82

فى حالة حرارة الجو اكبر من ٦٠ سليزيوس يجب الرجوع للشركة

ثانيا التخفيض طبقا لانخفاض معامل قدرة الحمل عن ٠,٨

يتم اخذ متوسط معامل القدرة للاحمال (جمع معامل القدرة والقسمة على العدد) ولو معامل القدرة اقل من ٠,٨ يتم تطبيق معامل الخفض لمعامل القدرة

معامل القدرة	١	٠,٩	٠,٨	٠,٧	٠,٦	٠,٥	٠,٤	٠,٣	٠,٢	٠,١
معامل التخفيض	١	١	١	٠,٩٥	٠,٩١	٠,٨٩	٠,٨٧	٠,٨٦	٠,٨٥	٠,٨٤

ثالثا التخفيض طبقا للارتفاع عن مستوى سطح البحر

لو الارتفاع اعلى من ١٠٠٠ متر من سطح البحر يتم تخفيض قدرة المولد بمقدار ٣% لكل ٥٠٠ متر زيادة (فوق ال ١٠٠ متر)

الارتفاع عن سطح البحر بالمتر	١٠٠٠	١٥٠٠	٢٠٠٠	٢٥٠٠	٣٠٠٠	٣٥٠٠	٤٠٠٠
معامل التخفيض	١	٠,٩٧	٠,٩٤	٠,٩١	٠,٨٨	٠,٨٥	٠,٨٣

فى حالة زيادة الارتفاع عن مستوى سطح البحر لاكبر من ٤ كيلو متر يجب الرجوع للشركة المصنعة لنصح والارشاد

التخفيض طبقا لمولد سومر

الارتفاع عن سطح البحر	درجة حرارة الجو 25 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C (*)
0 to 1000 m	1.045	1	0.97	0.94	0.91	0.88
1001 to 1500 m	1.01	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85
1501 to 2000 m	0.98	0.94	0.91	0.88	0.86	0.83
2001 to 2500 m	0.95	0.91	0.88	0.86	0.83	0.8
2501 to 3000 m	0.91	0.87	0.84	0.82	0.79	0.77

Lagging Power Factor	1	0.9	0.8	0.7	0.6
Factor	1	1	1	0.92	0.85

الجدول الاول نحدد معامل التخفيض طبقا للارتفاع عن سطح البحر ودرجة حرارة الجو

- الارتفاع عن سطح البحر يحدد الصف
- ودرجة حرارة الجو تحدد العمود
- تقاطع الصف والعمود هو معامل الخفض طبقا لحرارة الجو والارتفاع عن سطح البحر

الجدول الثانى يحدد معامل الخفض طبقا لمعامل قدرة الحمل

ملاحظات

معاوقة المحول (فى حالة التغذية من الشبكة) ٢-٥% بالتالى يكون انخفاض الجهد اقل مايمكن مقارنة بمعاوقة المولد والتى هى ٢٠% تقريبا لذا جيب اختيار حجم المولد بدقة تبعا للاحمال للتشغل الامثل

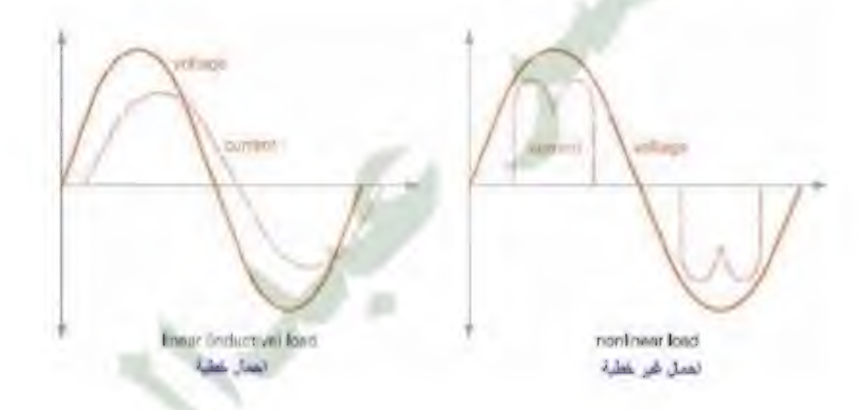
- لا تقم بجمع الامبير للاحمال المختلفة حيث ان معامل القدرة يختلف بصورة كبيرة من حمل للاخر ايضا الجهد قد يختلف
- قم بجمع كيلو وات الاحمال للحصول على الحمل الكلى بالكيلو وات
- انخفاض الجهد المسموح به فى المنشئات الصناعية ١٥%
- انخفاض الجهد المسموح به فى المنازل ٣٠%
- تشغيل المولد باقل من ٣٠% من قدرته يمكن ان يسبب تلف الديزل لذا يجب الا يقل حمل المولد عن ٣٠% واذا كان ضرورى يجب ادخال (احمال مقاومة load bank) ليكون حمل المولد ٣٠%
- قدرة المولد تعتمد ايضا على عدد ساعات التشغيل ووظيفة المولد (طبقا لتصنيف الايزو)
- قدرة المولد تعتمد على نوع الوقود هل هو ديزل ولا غاز ولا LP فلو الوقود المستخدم هو غاز او LP فستكون قدرة المولد اكبر وغالبا فى مولدات الطوارىء يفضل ان يكون الوقود ديزل مخزن بجانب المولد
- المولدات تستطيع امتصاص ١٠% من كيلو فار المولد المقنن فى حالة معامل القدرة المتقدم
- تحميل المولد بحمل ذا معامل قدرة متاخر lag power factor تجعل المولد اكثر استقرارية من تحميله بحمل متقدم lead power factor
- الحمل احادى الوجه: قم بقياس التيار على كل طرف (فازة ونيوترال) واكبر قيمة تيار تسجل تضرب فى ٢٢٠ (الجهد) وتضرب فى معامل القدرة وتقسم على ١٠٠٠ لتحصل على كيلو وات الحمل..وقم باختيار مولد بقدرة اكبر من ١٠-٢٠% من قدرة الحمل كعامل امان ولضمان تحميل المولد ب ٨٠% فقط من قدرته مما يزيد من عمرة الافتراضى ويقلل من الصيانة (هيشتغل مستريح بالبلدى كده)
- الحمل ثلاثى الوجه: يتم قياس التيار على كل فازة وجمع تيار الفازات والقسمة على ٣ للحصول على متوسط التيار (فى حالة اختلاف تيار كل فازة عن الاخرى) او تستخدم اعلى امبير فى الثلاث فازات ثم تضرب التيار فى جذر ٣ وفى قمية الجهد وفى معامل القدرة وتقسم على ١٠٠٠ لتحصل على كيلو وات الحمل واختار مولد بقدرة اكبر من ٢٠-٢٥% من قدرة الحمل
- جمع الاحمال: قم بجمع قدرة التشغيل بالكيلو وات للمواتير (ما عدا اكبر محرك فى القدرة) وقم بجمع قدرة الاحمال الاخرى بالكيلو وات وقم بجمع كل ذلك على قدرة البدء لاكبر محرك وقم باختيار مولد بقدرة اكبر بمقدار ٢٠-٢٥% فى حالة منشأة صناعية وبقدرة اكبر بمقدار ١٠-٢٠% لمنشاة سكنية

- المحركات اكبر من ٥٠ حصان : تعتبر حمل ذا معاوقة منخفضة فى حالة البدء او حالة locked rotor بالتالى تسحب امبير عالى فى البدء تقريبا ٦ مرات الامبير الطبيعى مما يسبب انخفاض فى جهد المولد اثناء بدء المحرك سرعة استعادة المولد للجهد الطبيعى يعتمد على قدرة المولد قدرة المحرك وقدرة الديزل بيالكيلو وات وقدرة ونوع نظام اثارة المولد بالتالى يجب اختيرا قدرة المولد بحيث يكون قادر على استعادة الجهد خلال ثوانى قليلة ان لم يكن دورات قليلة cycles يمكن استخدام طرق مختلفة لبدء المحركات لتخفيض قدرة البدء (فى التطبيقات التى تسمح بخفض عزم البدء بلا مشاكل) بالتالى نقلل من انخفاض الجهد اثناء البدء ونقلل من قدرة المولد المطلوبة (يجب ان تطبق على مواتير الزم المنخفض low inertia motors loads او يجب التاكد ان المحرك له العزم الكافى للبدء
- الانفرتر او مغيرات السرعة تعتبر احمال غير خطية اى انها تولد توافقيات عالية وتقوم بعمل تشوه لموجة جهد المولد بالتالى يجب اختيار مولدات اكبر فى القدرة للمنع حدوث حرارة زائدة للمولد نتيجة التوافقيات ايضا لخفض الممانعة الحثية للمولد (الممانعة تقل بزيادة القدرة) لتقليل تشوه موجة جهد المولد بفعل التوافقيات
- قدرة الانفرتر يجب ان تكون ٥٠% من قدرة المولد لضمان ان نسبة التوافقيات اقل من ١٥% (بعض المراجع تقوم ان الحمل الغير خطى يجب الا يتعدى ٣٠% من قدرة المولد)
- شاحن البطاريات تعتبر احمال غير خطية بالتالى يجب زيادة قدرة المولد بمقدار معين يعتمد على عدد الموحدات او النبضات ،قدرة المولد ٢,٥ قدرة الشاحن لو عدد النبضات ٣ ،قدرة المولد ١,١٥ قدرة الشاحن لو عدد النبضات ١٢
- احمال اجهزة الاشعة الطبية CAT scan MRI and X ray يجب اختيار المولد بحيث يكون انخفاض الجهد ١٠% على الاكثر اثناء عمل الاجهزة مع اى احمال اخرى لضمان عدم تاثر جودة الصور
- احمال الاضاءة يجب الاخذ فى الاعتبار قدرة اللمبة وقدرة الكابح ballast يجب الاخذ فى الاعتبار معامل قدرة البدء والتشغيل للمبة!
- احمال regenerative loads مثل الاوناش الرافعات (ايه الفرق) المصاعد cranes and hoist عند الفرملة تقوم برد جهد على المصدر , فى حالة الكهرباء العمومية لا مشكلة ابدا اما فى حالة المولد فان القدرة المرتدة لا يستطيع المولد امتصاصها خصوصا فى حالة عدم وجود احمال اخرى بالتالى تؤدى الى زيادة سرعة الديزل وفصله بسبب السرعة الزائدة والحل هو التاكد من وجود احمال اخرى على المولد تمتص القدرة المرتدة اثناء فرملة المصاعد او الاوناش او الرافعات

الفصل الثالث عشر
التوافقيات
Harmonics

الاحمال الغير خطية

تشوه موجة الجهد او التيار الناتج عن استخدام احمال غير خطية يعرف بالتوافقيات وهى تؤثر سلبا على الشبكة الكهربية وعلى باقى الاحمال الكهربية،وبما ان الاحمال الغير خطية هى مصدر للتوافقيات فسيتم دراسة أشهر الاحمال الغير خطية مثل الانفرتر وال UPS لمعرفة مقدار التوافقيات التى تسببها وكيفية الحد منها وكيفية اختيار المولد المناسب لها ، لكن اولا يجب معرفة كيف تتشوه الموجة الجيبية فى الاحمال الغير الخطية، وكيفية تحليل الموجة الغير خطية،وتاثير التوافقيات على الاحمال الكهربية الخطية والغير خطية مثل المحركات والانفرتر وال UPS وتاثير التوافقيات على المولد وعلى منظم الجهد وعلى اجهزة القياس وعلى معامل القدرة وعلى مكثفات تحسين معامل القدرة

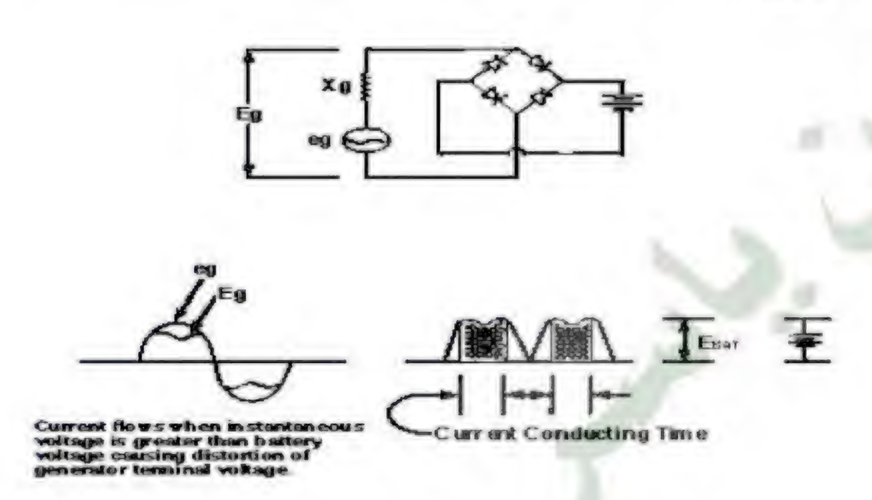


كيف تتشوه موجة الجهد او التيار فى الاحمال الغير خطية

تتشوه الموجة بسبب وجود الكترونات القدرة مثل الدايود، الثايرستور او الترانزستور او بسبب وجود احمال متقطعة مثل ماكينة اللحام

الدايود

مثال للدايود فى شاحن البطاريات مثلا
يوصل الدايود حينما يكون الجهد اللحظى للمصدر اكبر من جهد البطارية بالتالى التيار المسحوب من المصدر يكون خلال هذه الفترة فقط بالتالى الانخفاض فى الجهد نتيجة تيار الحمل يحدث فى هذه الفترة فقط مما يسبب تشوه لموجة جهد المصدر (لاتصبح موجة جيبية خالصة)

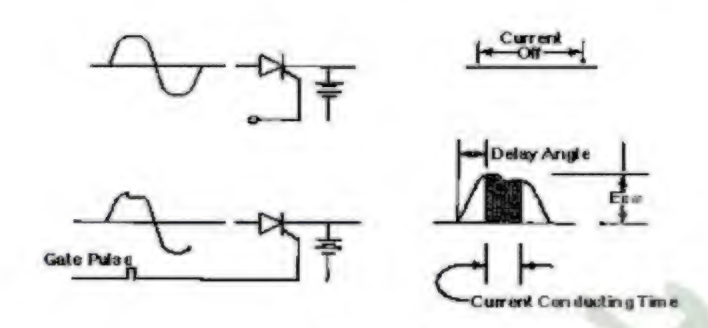


نفس الكلام فى حالة وجود قنطرة توحيد الجهد حيث يكون هناك مكثف على خرج القنطرة لتنعيم الجهد اى تثبيته
حيث يوصل الدايود حينما يكون الجهد اللحظى للمصدر اكبر من جهد المكثف بالتالى التيار المسحوب من المصدر يكون خلال هذه الفترة فقط بالتالى الانخفاض فى الجهد نتيجة تيار الحمل يحدث فى هذه الفترة فقط مما يسبب تشوه لموجة جهد المصدر (لاتصبح موجة جيبية خالصة)

الثايرستور

يستخدم قنطرة الثايرستور عادة للتحكم فى جهد وتيار الحمل فى الاجهزة مثل ال static UPS او مغيرات السرعة الخاصة بمواتير الجهد المستمر

لحظة توصيل الثايرستور تسبب حدوث انخفاض كبير فى جهد المولد (لان معاوقة المولد اكبر من معاوقة محول الكهرباء العمومى)



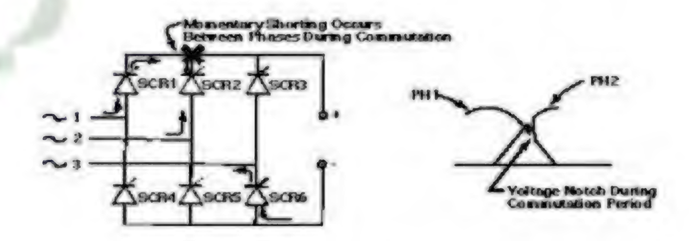
Action of SCR

هذا الانخفاض فى الجهد كما اوضحنا يحدث فى فترة توصيل الثايرستور فقط بالتالى يسبب تشوه فى موجة جهد المولد

Notching phenomenon

فى القنطرة ثلاثية الاوجه كما علمنا فان الثايرستور يوصل فى الفترة التى يكون فيها جهد الفازة اكبر ما يمكن ويوصل الثايرستور بالتتابع فيما بينهم

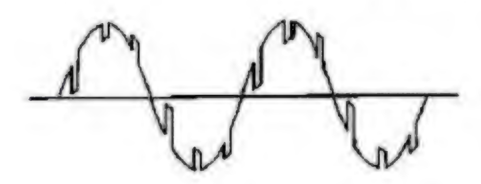
نتيجة للمعاوقة الحثية للمصدر فان الثايرستور لا يفصل مباشرة ولكن ياخذ زمن قصير حتى يفصل بالتالى فى لحظة تشغيل ثايرستور فان الثايرستور السابق لم يكن مفصول تماما ففى هذه اللحظة يحدث قصر (اى شورت سيركت) لزمن صغير جدا (حتى تمام فصل الثايرستور السابق)



Three Phase Bridge Rectifier Circuit

القصر يتسبب فى تيار عالى بالتالى يتسبب فى انخفاض عالى لجهد المولد (فى فترة القصر فقط) وهذه الظاهرة تسمى بالنوتش notching

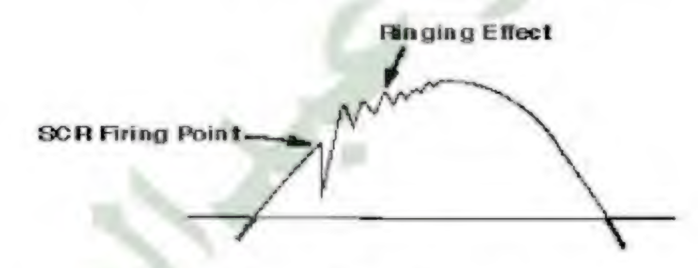
نتيجة لوجود ٦ ثايرستور فى القنطرة يحدث لموجة جهد المولد ٦ نوتش فى الدورة الواحدة cycle



الرنين ringing phenomenon

نتيجة التوصيل والفصل السريع للثايرستور تحدث ظاهرة تسمى بالرنين

هو تذبذب بتردد عالى يحدث لحظة تشغيل الثايرستور لحدوث رنين بين المعاوقة الحثية والسعوية لدائرة تغذية القنطرة



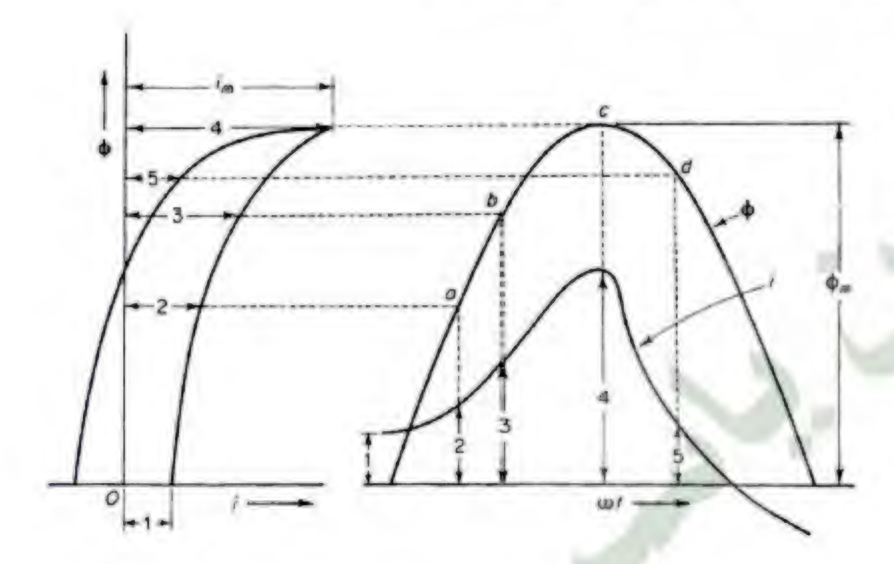
الرنين والنوتش تسبب تشوه لموجة جهد المولد

مقدار التشوه لموجة الجهد يعتمد على قيمة معاوقة المصدر والمعاوقة لانستطيع معرفتها بدقة لانها تتغير مع الزمن بتغير الحمل على المولد

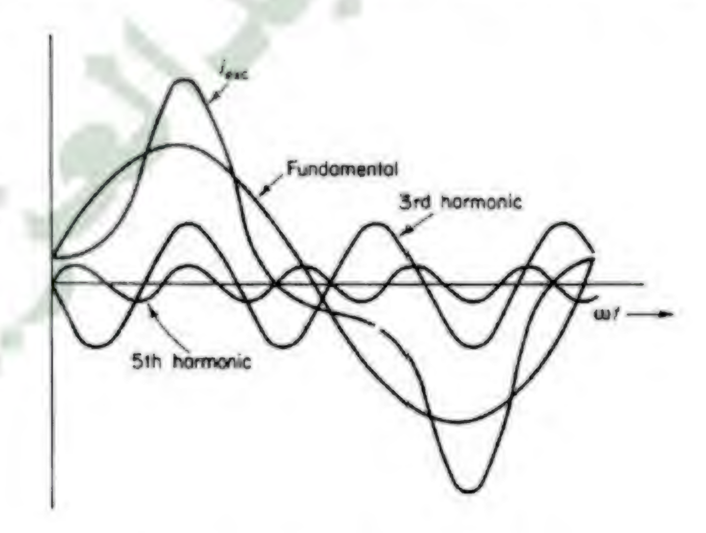
حمل المقاومة يمتص التوافقيات الناتجة عن الرنين واضافة مكثف توالى مع المقاومة يقلل من تيار الحمل

محول القدرة

المحولات ايضا تعتبر مصدر للتوافقيات رقم ٣ و ٥ لان تيار المغنطة magnetizing current غير خطى بسبب خواص الاثارة للقلب الحديدى excitation characteristic



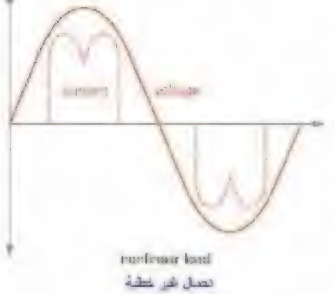
على شمال الرسم نجد العلاقة بين التيار والفيض المتولد فى المحول
على يمين الرسم نجد التيار المسحوب بواسطة الحمل وسنلاحظ ان الموجة غير جيبية بسبب ان العلاقة بين التيار والفيض غير خطية



رسم يوضح تيار المغنطة للمحول

كيف تولد مغيرات السرعة التوافقيات؟

المرحلة الاولى لاى انفرتر هى توحيد التيار عن طريق قنطرة من الدايود الى dc bus جهد مستمر ويوجد مكثف لتنعيم الجهد على dc bus



بما ان الدايود لا يوصل الا عندما يكون جهد الانود اكبر من جهد الكاثود بالتالى لا يوصل الا عندما يكون جهد الخط (متردد sin wave) اكبر من جهد المكثف بالتالى فان شكل التيار المسحوب بواسطة الانفرتر يكون متقطع بالتالى تعتبر الانفرتر حمل غير خطى ومصدر للتوافقيات فى الشبكة

معاوقة المولد اكبر من معاوقة محول الكهرباء العمومى ب ٥-١٠٠ مرة

بالتالى الحمل قد يعمل بصورة طبيعية مع الكهرباء العمومية ولكن قد تحدث مشاكل عند عمله على المولد لان كما اوضحنا معاوقة المولد اكبر بكثير بالتالى انخفاض الجهد اكبر بكثير.

زيادة قدرة المولد تقلل من معاوقة المولد بالتالى تقلل من انخفاض الجهد بالتالى تحسن اداء الحمل الغير خطى على المولد
مضاعفة قدرة المولد تقلل معاوقته للنصف ولكن تقليل المعاوقة بزيادة قدرة المولد للحد من التوافقيات لن يكون ذا جدوى اقتصادية بل سيكون ذا بلوى اقتصاديه!!

زيادة معاوقة المصدر تؤدى لتقليل التشوه الموجود بموجة التيار حيث تقاوم المعاوقة الحثية التغير فى التيار di/dt لكن فى نفس الوقت يزيد الانخفاض فى الجهد بزيادة المعاوقة v=i*z

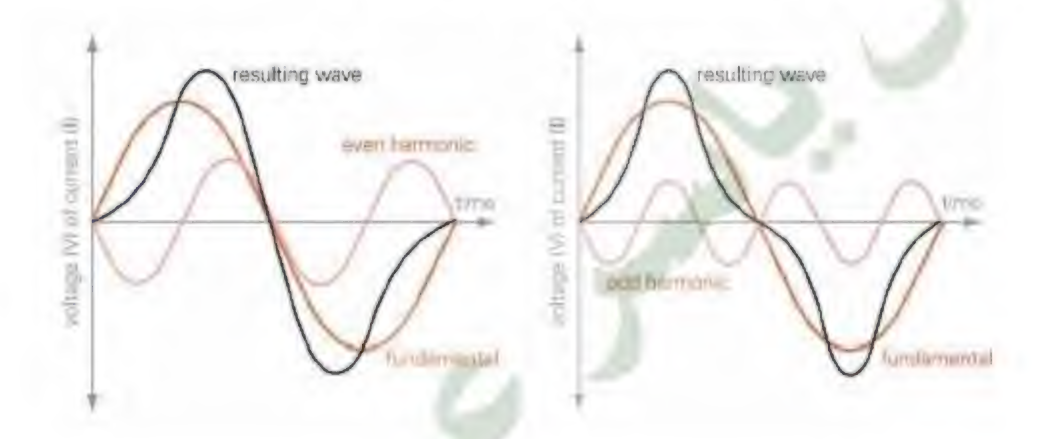
- ✓ فى حالة المحول وحمل غير خطى يكون مقدار التشوه فى موجة التيار TDD كبير ومقدار انخفاض الجهد صغير لانخفاض معاوقة المحول
- ✓ فى حالة المولد وحمل غير خطى يكون مقدار التشوه فى موجة التيار TDD صغير ومقدار انخفاض الجهد كبير لارتفاع معاوقة المحول

شكل التوافقيات

يمكن تمثيل الموجة الغير جيبية فى الاحمال الغير خطية بـــ

- موجة جيبية تسمى الموجة الاساسية fundamental (لان ترددها هو تردد المصدر ٥٠ هرتز)
- موجات جيبية اخرى ترددها هو مضاعفات تردد الموجة الاساسية (اى مضاعفات تردد المصدر) وهى اما موجات فردية اى ان ترددها هو تردد المصدر مضروب فى (٣-٥-٧-٩...) او موجات زوجية اى ان ترددها هو تردد المصدر مضروب فى (٢-٤-٦-٨-...)

المحصلة الكلية لهذه الموجات هى الموجة الغير جيبية



فى الرسم على اليمين الموجة الغير جيبية المرسومة باللون الاسمر يمكن تمثيلها ب

- الموجة الاساسية fundmental (المرسومة باللون الاحمر)
- موجة توافقية فردية ترددها ثلاث مرات تردد المصدر (المرسومة باللون الوردى تقريبا) وتسمى 3'rd order harmonic

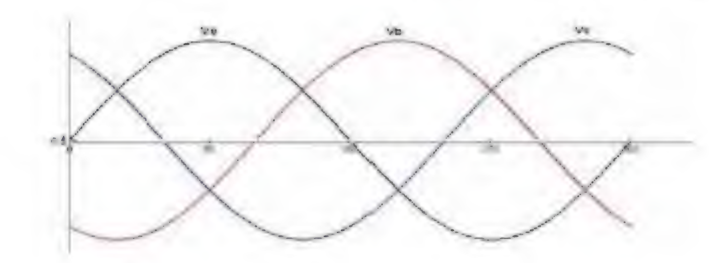
فى الرسم على الشمال الموجة الغير جيبية المرسومة باللون الاسمر يمكن تمثيلها ب

- الموجة الاساسية fundamental (المرسومة باللون الاحمر)
- موجة توافقية زوجية ترددها مرتين تردد المصدر (المرسومة باللون الوردى تقريبا) 2'nd order harmonic

كلما زاد تردد التوافقيات كلما انخفضت نسبتها لذلك غالبا تدرس التوافقيات حتى ٢٣ ويهمل ما بعدها

اخطر التوافقيات هى التوافقيات الفردية وليست الزوجية

فى الانظمة الثلاثة فاز فان الزاوية بين كل فازة واخرى هى ١٢٠ درجة زاوية الفازة الاولى (A) بصغر وزاوية الفازة التانية (B) بـ ١٢٠ وزاوية الفازة الثالثة (C) بـ ٢٤٠ واتجاه الدوران هو ABC



وكما علمنا فان
التوافقيات رقم ٢ هى توافقيات بتردد ٢ *تردد المصدر اى ٢*٥٠=١٠٠ هرتز
التوافقيات رقم ٣ هى توافقيات بتردد ٣ *تردد المصدر اى ٣*٥٠=١٥٠ هرتز
التوافقيات رقم ٤ هى توافقيات بتردد ٤ *تردد المصدر اى ٤*٥٠=٢٠٠ هرتز
وهكذا
بالتالى فان فى الانظمة الثلاثة فاز التوافقيات تكون موجودة بالثلاث فازات بتردد يساوى رقم التوافقيات*تردد المصدر وزاوية تساوى رقم التوافقيات *زاوية الفازة

الصورة التالية توضح الزاوية بين التوافقيات فى كل فازة

Fundamental	A 0°	B 120°	C 240°	A-B-C
3rd harmonic	A' $3 \times 0^\circ$ (0°)	B' $3 \times 120^\circ$ ($360^\circ = 0^\circ$)	C' $3 \times 240^\circ$ ($720^\circ = 0^\circ$)	*no rotation*
5th harmonic	A'' $5 \times 0^\circ$ (0°)	B'' $5 \times 120^\circ$ ($600^\circ - 720^\circ - 120^\circ$) ($-120^\circ$)	C'' $5 \times 240^\circ$ ($1200^\circ - 1440^\circ - 240^\circ$) ($-240^\circ$)	C-B-A
7th harmonic	A''' $7 \times 0^\circ$ (0°)	B''' $7 \times 120^\circ$ ($840^\circ - 720^\circ + 120^\circ$) ($120^\circ$)	C''' $7 \times 240^\circ$ ($1680^\circ - 1440^\circ + 240^\circ$) ($240^\circ$)	A-B-C
9th harmonic	A'''' $9 \times 0^\circ$ (0°)	B'''' $9 \times 120^\circ$ ($1080^\circ = 0^\circ$)	C'''' $9 \times 240^\circ$ ($2160^\circ = 0^\circ$)	*no rotation*

ستلاحظ التالى

- التوافقيات رقم ٧-١٣-١٩ بينها زاوية ١٢٠ درجة واتجاه دوران التوافقيات هو ABC بالتالى فى المحركات تولد مجال دوار فى نفس اتجاه المجال المتولد بتيار الموجة الاساسية fundamental
- التوافقيات رقم ٣-٩-١٥-٢١ ليست بينها زاوية فى الثلاث فازات بالتالى تجمع جبرى ويظهر تيار التوافقيات فى النيوترال.. ايضا بسبب عدم وجود زاوية بين التوافقيات فى الثلاث فاز فان فرق الجهد بين فازة واخرى لهذه التوافقيات يكون جهد الموجة الاساسية فقط (لان فرق جهد التوافقيات سيكون بصغر) ،لذا فان جهد التوافقيات يظهر بين الفاز والنيوترال فقط بالتالى تيار التوافقيات يظهر فى النيوترال فقط ولهذا السبب يقال دائما ان توصيل ملفات المحول ناحية الحمل بتوصيلة دلتا تكون مصيدة للتوافقيات ٣-٥-٩.. وتمنع مرورها الى الشبكة
- التوافقيات رقم ٥-١١-١٧-٢٣ الزاوية بينهم فى الثلاث فاز ١٢٠ درجة ولكن بترتيب مختلف ٠ و -١٢٠ و -٢٤٠ اى ان اتجاه الدوران ليس ABC ولكن CBA بالتالى فى المحركات سيعاكس هذا المجال المجال الاصلى ويخفض من عزم المحرك ايضا قدرته وبالتبعية سيقلل من كفائته وسيسبب ايضا حرارة زائدة

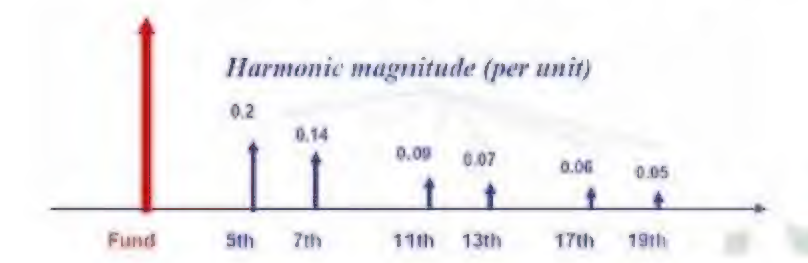
Rotation sequences according to harmonic number

+	1st	7th	13th	19th	← Rotates with fundamental
0	3rd	9th	15th	21st	← Does not rotate
-	5th	11th	17th	23rd	← Rotates against fundamental

التوافقيات الناتجة عن الاحمال الغير خطية

Source	Typical Harmonics*
6 Pulse Drive/Rectifier	5, 7, 11, 13, 17, 19...
12 Pulse Drive/Rectifier	11, 13, 23, 25...
18 Pulse Drive	17, 19, 35, 37...
Switch-Mode Power Supply	3, 5, 7, 9, 11, 13...
Fluorescent Lights	3, 5, 7, 9, 11, 13..
Arcing Devices	2, 3, 4, 5, 7...
Transformer Energization	2, 3, 4

كلما زاد رقم التوافقيات كلما قلت نسبتها
التوافقيات رقم ٣ تقريبا قيمتها ٣٠% من تيار الحمل
التوافقيات رقم ٥ تقريبا قيمتها ٢٠% من تيار الحمل
التوافقيات رقم ٧ تقريبا قيمتها ١٤% من تيار الحمل



مقياس التوافقيات

TDD Total Demand Distortion

النسبة بين مجموع تيارات التوافقيات rms والتيار الكلى rms
التشوه فى موجة التيار يؤدى الى تشوه فى موجة الجهد ويؤدى الى حرارة زائدة فى الكابلات والمحولات والقواطع والمولدات ويؤدى لضوضاء فى المحولات والمولدات

$$TDD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_L} \times 100\%$$

Full load of the system

THD is Total Harmonic Distortion

النسبة بين مجموع جهود التوافقيات rms والجهد rms

$$THD_{V_n} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2}}{V_n} \times 100\% \qquad THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} [I_h^2]}}{I_1}$$

كقاعدة عامة طالما ان مجموع الاحمال الغير خطية على المحول او المولد اقل من ٣٠% من الحمل الكلى فعادة لن تسبب التوافقيات اى مشاكل اما اذا زادت النسبة عن ذلك فربما تحتاج الى دراسة مقدار التوافقيات فى الشبكة ومحاولة تخفيضها مثلا باستخدام فلاتر مع الانفرتر او استخدام انفرتر ١٢ او ١٨ نبضة...

المواصفات القياسية التى تحدد حدود التوافقيات

IEC/EN 61000-3-2
حدود التوافقيات فى التيار للاجهزة الاقل من ١٦ امبير احادية الوجه وفى الاجهزة الثلاثية الاوجه
EN 61000-4-7
تشمل بصورة عامة التوافقيات والاجهزة المستخدمة فى قياسها
IEEE-519
IEEE-519-1992

- تحدد الحدود المسموح بها للتوافقيات فى الجهد
  - ✓ المصانع TDD =10%
  - ✓ الانظمة العامة مثل المبانى الادارية والمدارس TDD =5%
  - ✓ الانظمة الخاصة مثل المستشفيات او المطارات TDD=3%
- تحدد الحدود المسموح بها للتوافقيات فى التيار وتعتمد على النسبة بين تيار القصر وتيار الحمل

تأثير التوافقيات على الاحمال

- تسبب وجود تيار فى النيوترال فى حالة الثلاث فاز (وجود التيار فى النيوترال فى حالة تساوى تيار الثلاث فازات يعنى بالضرورة وجود توافقيات)
- ارتفاع حرارة المحركات وانخفاض كفائتها وارتفاع الضوضاء الناتجة عنها
- تسبب زيادة المفاقيد فى الشبكة وارتفاع حرارة الكابلات وزيادة انخفاض الجهد فى الشبكة
- تسبب ارتفاع حرارة ملفات المولد والمحول
- تسبب اخطاء فى اجهزة القياس
- توليد تيارات عالية تسبب احتراق او انفجار مكثفات تحسين معامل القدرة او ضرب الفيوزات الخاصة بها
- تؤثر على عمل الاجهزة الالكترونية مثلا الشاشات الالكترونية حيث ترتعش الصورة كذلك الاضاءة
- تسبب تداخل وشوشرة مع خطوط التليفونات

المحركات وبعض الاجهزة الالكترونية تتحمل حتى ٢٠% توافقيات THD ولكن اغلب الاجهزة الالكترونية الحديثة لاتتحمل سوى ٥%

تاثير التوافقيات على النيوترال

التوافقيات رقم ٣-٩-١٥-٢١ الزاوية بينهم فى الثلاث فاز بصفر بالتالى فان التيار الموجود بالنيوترال لن يساوى صفر لان جمع التوافقيات سيكون جبرى، بالتالى تيار الموجة الاساسية سيتلاشى (فيه زاوية ١٢٠ درجة بين الفازات بالتالى الجمع اتجاهى) و سيظهر فى النيوترال مجموع تيار التوافقيات فى الثلاث فازات بالتالى تيار النيوترال سيكون ٣* تيار التوافقيات فى كل فازة

تيار التوافقيات رقم ٣ تقريبا ٣٠% من تيار الفازة بالتالى تيار النيوترال سيكون ٩٠% من تيار الفاز لذا يشترط طبقا للكود المصرى والمواصفات القياسية الدولية ان يكون الكابل المغذى للاضائة فى المصانع وكابل الصاعد فى المبانى يكون قطر النيوترال يساوى قطر الفاز لان البلاست والكابح المستخدمة مع الاضائة تولد توافقيات رقم ٣

تاثير التوافقيات على المحركات

التوافقيات رقم ٥-١١-١٧-٢٣ الزاوية بينهم فى الثلاث فاز ١٢٠ درجة ولكن بترتيب مختلف ٠ و -١٢٠ و -٢٤٠ اى ان اتجاه الدوران ليس ABC ولكن CBA بمعنى التوافقيات تولد مجال مغناطيسى يعاكس المجال المغناطيسى المتولد بواسطة مركبة التيار الرئيسية fundamental بالتالى فى المحركات سيعاكس هذا المجال المجال الاصلى ويخفض من عزم المحرك بالتالى ايضا قدرته وبالتبعية سيقلل من كفائته وسيسبب ايضا حرارة زائدة

تاثير التوافقيات على الانفرتر (التغذية من المولد)

فى حالة تغذية الانفرتر من المولد وعدم تحديد قدرة المولد بصورة صحيحة فان وجود التوافقيات المولدة من الانفرتر ستئؤدى لخفض اعلى قيمة لحظية لجهد المولد بالتالى سينخفض جهد ال dc bus بالانفرتر بالتالى ستفصل الانفرتر مع اظهار انزار انخفاض جهد ال dc bus بالتالى يعود جهد المولد الى طبيعته بعد فصل الانفرتر ولكن عند تشغيل الانفرتر يتكرر السيناريو مرة اخرى
الحل هو استخدام فلاتر للاحمال الغير خطية مثل الانفرتر وال UPS وتحديد قدرة المولد بصورة صحيحة كما سيتضح لاحقا

تاثير التوافقيات على ال UPS

بعض انواع ال ups بها حماية ضد ارتفاع او انخفاض التردد بالتالى نتيجة وجود التوافقيات وحتى ان كان التردد فى الحدود المسموح بها ربما يقرا الجهاز التردد بصورة خاطئة بسبب التوافقيات والحل هنا هو وضع فلتر على اشارة احساس الجهاز بالتردد لفلترة التوافقيات

المحركات تمتص التغير اللحظى للجهد وتقلل من التوافقيات

لذا يفضل دائما فى غرف ال UPS وغرف الكومبيوتر وجود محرك ثلاثى الاوجه ذا قدرة صغيرة (مروحة مثلا) يعمل باستمرار من نفس مصدر تغذية الاحمال
مع العلم ان ال UPS وغرف الكومبيوتر هى احمل غير خطى اى انها مصدر للتوافقيات وسيتم توضيح ذلك لاحقا وتوضيح مقدار توليده للتوافقيات وكيفية الحد منها وكيفية اختيار المولد المناسب

تأثير التوافقيات على الكابلات

بزايدة التوافقيات فى الشبكة يزيد الجهد كذلك التيار بفعل التوافقيات بالتالى يزيد الفقد فى الكابلات $P_{loss}=I^2_{rms}*R$
التردد العالى للتوافقيات سيؤثر ايضا على السعة الفعالة لمساحة مقطع الكابلات حيث سيزيد من معامل ال skin

$$\delta = \sqrt{\frac{2\rho}{\omega\mu_0\mu_r}}$$

حيث بزيادة التردد يميل التيار للمرور فى سطح الموصل (لذلك تصنع كابلات النقل مجوفة لتقليل التكلفة)

تاثير التوافقيات على المولد

اذا كانت قدرة الحمل الغير خطى (الانفرتر مثلا) كبيرة مقارنة بقدرة المولد ستؤدى الى وجود توافقيات بنسبة عالية بالتالى تؤدى الى

- ارتفاع حرارة ملفات المولد بسبب
  - ✓ تغير المجال المغناطيسى للقلب الحديدى للعضو الثابت بتردد عالى بفعل التوافقيات مما يتسبب فى ارتفاع درجة حرارته
  - ✓ الحرارة الناتجة عن القدرة المفقودة فى الملفات i^2*r
  - ✓ تيار التوافقيات فى العضو الثابت سيولد تيار فى العضو المتحرك ويؤدى ايضا لحدوث فقد به كما ترتفع درجة حرارته

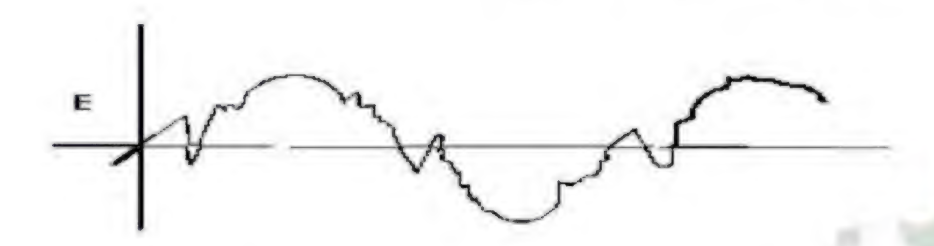
بالتالى يجب عمل تخفيض لقدرة المولد والا سيفصل بسبب الحرارة الزائدة (فى حالة وجود حماية ضد ارتفاع حرارة ملفات المولد)

- انخفاض فى جهد وتردد المولد عند دخول حمل الانفرتر (على الرغم ان المولد يستطيع التعامل مع تغير الجهد بمقدار ١٠% الا انه لايتحمل تغير كبير فى التردد ١-٢%)
- حدوث ظاهرة ال top-flatting اى ان جهد المولد rms يكون مظبوط ولكن اقصى جهد لحظى peak voltage يكون منخفض (المفروض اكبر من القيمة الفعالة rms بمقدار جذر ٢)
- وجود التوافقيات قد تسبب عمل الكترونات القدرة بمنظم جهد المولد بصورة خاطئة نتيجة مرور خاطىء لموجة الجهد بالصفر بالتالى تسبب فى عدم ثبات جهد المولد (فى حالة مولد shunt excited) وفى هذه الحالة يفضل استخدام تغذية منظم الجهد بواسطة مولد المغناطيس الدائم PMG

نظريا يمكن اضافة low pass filter على خرج المولد للتغلب على التوافقيات ولكن عمليا اى دائرة tuned circuit filter ستزيد المشاكل فى الاغلب ولن تحلها!

تاثير التوافقيات على منظم الجهد

التوافقيات تؤثر على اداء منظم الجهد و ستكون النتيجة عدم استقرارية للجهد فى حالة وجود احمال غير خطية



نتيجة حدوث تشوه للموجه بسبب الاحمال الغير خطية فقد يحدث التالى

١. ترحيل نقطة الصفر عنها فى حالة الموجة الجيبية بمعنى نقط الصفر فى الموجة الجيبية هى عند ٠-١٨٠-٣٦٠ ... بالتالى فى الموجة الغير جيبية عند هذه الزاويا ربما لن يكون الجهد بصفر بالتالى يترحل الصفر
٢. وجود اصفار وهمية كما بالرسم حيث ان اول نوتش ادت لعبور الصفر بالتالى سيزيد عدد مرات عبور الموجة للصفر بالتالى سيقرا اى جهاز التردد بصورة خاطئة
٣. النوتش كما علمنا ستؤدى لخفض الجهد بصورة لحظية نتيجة القصر اللحظى فى الثايرستور مما تؤدى الى عدم استقرارية اداء منظم الجهد

بالتالى فان اشعال الثايرستور الموجود بمنظم الجهد سيحدث به خطا بسبب

- ✓ تغير عدد الاصفار (بسبب النوتش) بالتالى سيتم اشعال الثايرستور فى غير اوقاته
- ✓ بسبب التوافقيات هناك ترحيل فى الصفر (عنه فى حالة الموجة الجيبية) بالتالى سيسبب خطا اخر فى تشغل الثايرستور
- ✓ سيقرء المنظم قيمة الجهد بصورة خاطئة بسبب انخفاض الجهد اللحظى بواسطة النوتش

طرق الحد من تاثير التوافقيات على منظم الجهد

- للتغلب على تاثير النوتش يتم استخدام دائرة الاحساس بجهد المولد ٣ فاز وليس فازة واحدة وليس فازتين ،حيث ان النوتش يحدث عند عمل الثايرستور بالتالى يظهر تاثيره فى فازة واحدة وفى نفس اللحظة لايظهر فى الفازتين الاخرتين (لان ثايرستور واحد فقط هو الذى يعمل) وسياخذ متوسط الثلاث فاز بالتالى يقل تاثير التوافقيات بصورة كبيرة ولو تم استشعار الجهد بفاز واحد بالتالى ستسبب النوتش مشكلة كبيرة فى اداء عمل منظم الجهد
مثلا مولدات كتربيللر sr 4 بيستخدام فى منظم الجهد استشعار جهد الثلاث فاز لخرج المولد والنيوترال يكون floating neutral بالتالى حدوث اضطراب فى جهد فازة سيؤدى لتشغيت النيوترال ولن يؤثر على منظم الجهد
- لو منظم الجهد به ثايرستور لازم وجود دائرة فلترة لعزل توافقيات الثايرستور عن ملفات المجال وسيكون اداء منظم الجهد فى هذه الحالة يقارب اداء منظم الجهد مع مولد المغناطيس الدائم ولكن يزيد عليه هو قدرته على استمرار تغذية ملفات المجال فى الفترات الصغيرة التى يحدث فيها قصر نتيجة اشعال ثايرستور ، فالبرغم من ان مولد المغناطيس الدائم يستطيع الاستمرار فى تغذية ملفات المجال فى حالة الخطا مثل القصر ولكنه يعيب عليه انه لايستطيع الاستمرار فى تغذية ملفات المجال فى فترة القصر القصيرة الناتجة من اشعال الثايرستور
- فى حالة استخدام المولد مع ال ups يفضل اضافة فلتر اضافى لمنظم الجهد لحمايته من التوافقيات

تاثير التوافقيات على اجهزة القياس

التوافقيات تؤثر على اداء اجهزة القياس حيث انها مصممة لقياس الجهد او التيار كقيمة فعالة rms ولكن بناء على موجة جيبية بالتالى تشوه الموجه الجيبية بسبب وجود توافقيات يؤدى لخطا فى القراءة اغلب اجهزة القياس تستخدم طريقة حساب المتوسط للحصول على معايرة للقيمة الفعالة rms

- حيث تقوم بقياس اعلى قيمة لحظية peak value
- تقسم اعلى قيمة لحظية peak value على جذر ٢ للحصول على المتوسط mean value

$$Peak\ factor = \frac{Peak\ value}{Rms\ value}$$

$$Form\ factor = \frac{RMS\ value}{Mean\ value}$$

- تضرب القيمة المتوسطة mean value فى معامل الموجة form factor اى فى ١,١١ (فى حالة الموجة الجيبية) للحصول على القيمة الفعالة rms

بالتالى تكون قراءة هذه الاجهزة دقيقة فى حالة الموجة الجيبية الخالصة او المثالية فقط وهذا غير موجود على ارض الواقع حيث ان موجات الجهد او التيار فى اى منشأة مصنع كانت او مبانى سكنية هى ليست موجة جيبية ولكن بها تشوهات بالتالى كلما زاد تشوه الموجة زاد خطأ اجهزة القياس

(هناك اجهزة قياس غالية تستطيع تحويل القراءات الغير خطية بدقة اى تستطيع اعطاء قراءة دقيقة لقيمة الجهد او التيار فى حالة وجود توافقيات كبيرة فى النظام)

عدادات التيار او الجهد moving iron type يمكن ان تؤثر عليها التوافقيات ذات التردد العالى لتسبب خطأ فى القراءة بمقدار ٤٠% ! بسبب تولد تيارات دوامية فى القلب الحديدى وحدوث hysteresis بسبب الترددات العالية للتوافقيات

تاثير التوافقيات على معامل القدرة

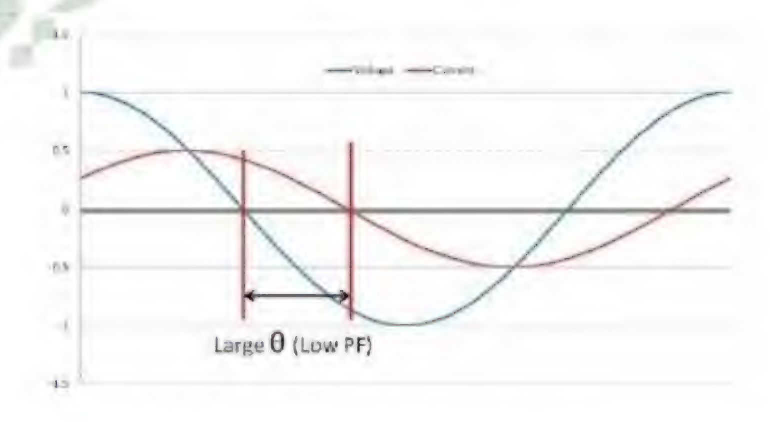
معامل القدرة هو النسبة بين القدرة الفعالة والقدرة الظاهرية
معامل القدرة =القدرة الفعالة/القدرة الظاهرية

PF=KW/KVA

معامل القدرة هو الزاوية بين التيار والجهد فى حالة الموجة الجيبية المثاليه بلا تشوه اى فى حالة الاحمال الخطية فقط

$$PF=\sqrt{3}V*I*\cos\varphi / \sqrt{3}V*I$$

$$PF= \cos\varphi$$

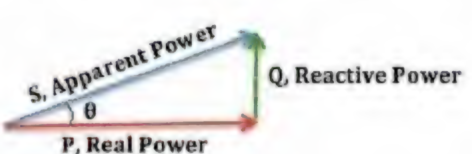


القدرة الظاهرية S = جذر (مربع القدرة الفعالة + مربع القدرة الغير فعالة)

$S=\sqrt{(p^2+Q^2)}$

القدرة الفعالة $P = \sqrt{3}V*I*\cos\theta$

القدرة الغير فعالة $Q = \sqrt{3}V*I*\sin\theta$



فى حالة حمل المقاومة

موجة الجهد فى نفس زاوية موجة التيار (اعلى قيمة لموجة الجهد تقابل اعلى قيمة لموجة التيار) ويكون معامل القدرة بواحد صحيح

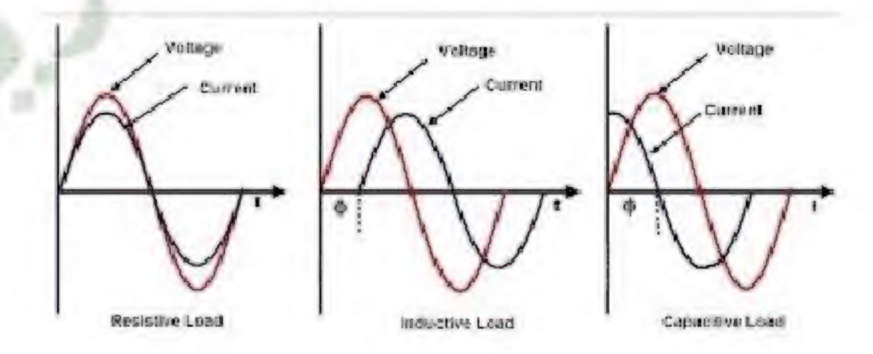
فى حالة الاحمال الحثية

تاخر موجة التيار عن موجة الجهد بمقدار ٩٠ درجة (اعلى قيمة لموجة الجهد تسبق اعلى قيمة لموجة التيار بمقدار ٩٠ درجة)
ويكون معامل القدرة متاخر lagging power factor

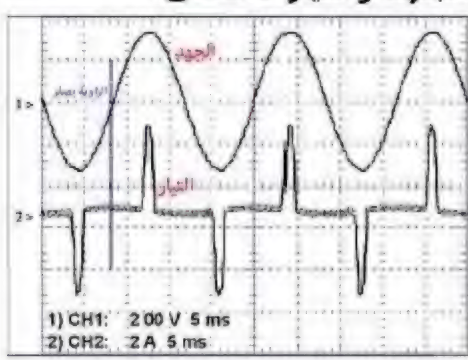


فى حالة الاحمال السعوية

تتقدم موجة التيار بمقدار ٩٠ درجة عن موجة الجهد(اعلى قيمة لموجة الجهد تاخر عن اعلى قيمة لموجة التيار بمقدار ٩٠ درجة)
ويكون معامل القدرة متقدم leading power factor



فى حالة الاحمال الغير خطية اى فى حالة تشوه موجة الجهد او التيار اى فى حالة وجود توافقيات سيكون من الخطأ اعتبار ان معامل القدرة هو فقط الزاوية بين الجهد والتيار
مثلا حالة switch mode power supply مثل بور سبلاى الكومبيوتر يكون شكل موجة الجهد والتيار كالتالى



يتم توحيد الكهرباء بقنطرة ويوجد مكثف على خرج القنطرة ويكون التيار المسحوب فى فترة شحن المكثف اى فترة اعلى جهد فقط. الزاوية بين موجة الجهد والتيار بصفر (اعلى قيمة لموجة الجهد تقابل اعلى قيمة لموجة التيار) ولكن سيكون من الخطأ اعتبار ان معامل القدرة بواحد حيث ان موجة التيار غير جيبية

معامل القدرة = معامل تشوه الموجة * معامل الازاحة بين الجهد والتيار

$$PF = K_d * K_\theta$$

PF معامل القدرة
K_θ معامل الازاحة بين الجهد والتيار وهو يساوى **$\cos\varphi$**
K_d معامل تشوه الموجة وهو يساوى

$$Kd = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{THD(\%)}{100}\right)2}} \qquad THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty}\left[I_h^2\right]}}{I_1}$$

فى حالة وجود توافقيات فان معامل القدرة يساوى

$$Pf = \cos\Theta \,/\, \sqrt{(1+THD^2)}$$

Pf معامل القدرو
Θ او φ زاوية الازاحة او الزاوية بين التيار والجهد للموجة الاساسية
THD مقدار التشوه الكلى للتيار بسبب التوافقيات

تاثير التوافقيات على مكثفات تحسين معامل القدرة

بسبب وجود التوافقيات بترددات عالية قد يحدث رنين بين المكثفات والمعاوقة الحثية للمولد او المحول او مواتير ينتج عنها تيار كبير يسبب انفجار المكثف (عادة يسبب التيار العالى الناتج عن الرنين فى ضرب فيوزات مكثفات تحسين معامل القدرة)
المكثفات يمكن ان تفيد فى تحسين الموجة من التشوهات ولكن يفضل عدم توصيلها على المولد الا بعد دراسة تاثير التوفقيات على المولد

تأثير الانفرتر على معامل القدرة

معامل قدرة بدء المحركات يتراورح بين ٠,٣-٠,٥ ويزيد تدريجيا باتجاه الواحد الصحيح بزيادة سرعة المحرك حتى الوصول للسرعة المقننة (حيث تقل الكيلو فار المستهلكه بواسطة المحرك بزيادة السرعة)

وجود دائرة توحيد فى الانفرتر يمنع نقل الزاوية الموجودة بين الجهد والتيار الى الشبكة
فى هذا الرسم فان الزاوية بين موجة التيار وموجة الجهد بصفر (اعلى قيمة لموجة الجهد تقابل اعلى قيمة لموجة التيار)
بالتالى يكون معامل الازاحة K_θ بواحد
فعليا يكون بـ 0.98
لكن فى نفس الوقت تزيد من مقدار التوافقيات الموجة THD
فقنطرة الدايود تسبب تقريبا THD=45%
بالتالى يكون معامل القدرة يساوى ٠,٨٩

$$Pf= \cos\Theta \;/\; \sqrt{(1+THD^2)}$$

$$Pf= 0.98 \;/\; \sqrt{(1+0.45^2)}=0.89$$

فى حالة اللاحمل يكون معامل قدرة الانفرتر كما هو تقريبا ٠,٩٨ لكن فى نفس الوقت يزيد مقدار التشوه فى موجة التيار بالتالى ينخفض معامل القدرة لكنه يظل اعلى منه فى حالة التشغيل المباشر

فى حالة قنطرة من IGBT فان تشوه الموجة يكون اقل بالتالى THD=5% ويكون معامل القدرة تقريبا ٠,٩٨

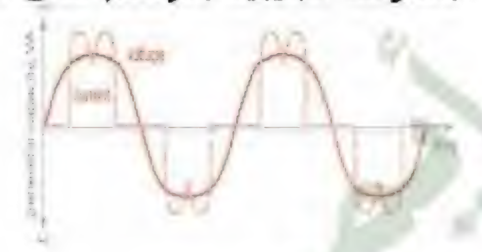
		حالة المحرك		حالة الشبكة		
	الحمل	معامل القدرة	التيار	معامل القدرة	التيار	كفائة استخدام الطاقة
تشغيل مباشر	عالى	عالى (٠,٨٥)	عالى (١٠٠%)	عالى (٠,٨٥)	عالى (١٠٠%)	عالية
	منخفض	منخفض (٠,٢)	منخفض (٢٥-٣٥%)	منخفض (٠,٢)	منخفض (٢٥-٣٥%)	منخفضة
انفرتر	عالى	عالى (٠,٨٥)	عالى (١٠٠%)	عالى (٠,٨٩)	عالى (٩٥%)	عالية
	منخفض	منخفض (٠,٢)	منخفض (٢٥-٣٥%)	منخفض (٠,٥)	منخفض (١-٣%)	عالية

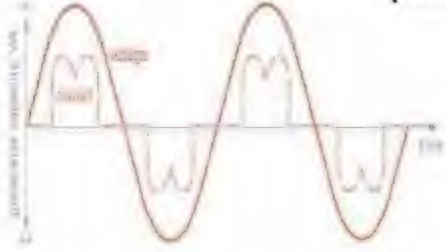
لاحظ بتشغيل محرك بلا حمل باستخدام مغير سرعة انفرتر
يكون معامل قدرة المحرك منخفض مثلا ٠,٢ وتيار المحرك تقريبا ٣٠% من التيار المقنن (لمحرك ٢ قطب ،كلما زاد عدد الاقطاب زاد تيار اللاحمل)
اما معامل قدرة الشبكة يكون اكبر قليلا ٠,٥ والتيار يكون منخفض ١-٣% !
بمعنى تيار الحرك ٣٠% اى ان تيار خرج جهاز مغير السرعة الانفرتر ٣٠% وتيار دخل الجهاز ٣% !!!
السبب هو المكثف الموجود بجهاز الانفرتر والذى يقوم بتغذية المحرك بالقدرة الغير فعالة مما يرفع معامل القدرة ويخفض تيار دخل الجهاز....

الخلاصة
الانفرتر تقوم بزيادة معامل القدرة قليلا فى حالة الحمل الكامل كما يقل التيار بصورة طفيفة (يرتفع معامل القدرة من ٠,٨٥ الى ٠,٨٩ ويقل التيار من ١٠٠% الى ٩٥% تقريبا)
الانفرتر تقوم بزيادة معامل القدرة بصورة جيدة فى حالة اللاحمل كما يقل التيار بصورة كبيرة (يرتفع معامل القدرة من ٠,٢ الى ٠,٥ ويقل التيار من ٣٥% الى ٣% تقريبا)

ظاهرة ال top-flatting

هو خفض مقدار اعلى قيمة للموجة peak مع زيادة باقى الموجة بحيث يكون القيمة الفعالة RMS ثابتة ! (بالبلدى جعل قمة الموجة مبططة ، لاحظ شكل الموجة الجيبية فى الرسم على اليمين مبططة مقارنة بالموجة الجيبية بالرسم على الشمال)





- الصورة على الشمال تبين شكل موجة جهد المولد فى حالة وجود توافقيات بصورة صغيرة (قدرة الانفرتر او الاحمال الغير خطية اقل كثيرا من قدرة المولد)
- الصورة على اليمين تبين شكل موجة جهد المولد فى حالة وجود توافقيات بصورة كبيرة (قدرة الانفرتر او الاحمال الغير خطية كبيرة مقارنة بقدرة المولد) بالتالى تحدث ظاهرة ال top-flatting اى ينخفض اعلى جهد لحظى للموجة peak مع ثبات قيمة الجهد الفعالة rms

سبب هذه الظاهرة

كما علمنا ان المكثف الموجود بال DC bus بالانفرتر (والذى ينعم الجهد المستمر للتخلص من اى تشوهات به ripples) يشحن فقط فى حالة كان الجهد اللحظى لدخل الانفرتر اكبر من جهد المكثف (يشحن فقط حينما يكون جهد موجة الفولت اكبر ما يمكن peak)

وذلك لوجود الدايود فى الانفرتر والتى لا توصل الا اذا كان جهد الانود اكبر من جهد الكاثود بالتالى الانفرتر تسحب تيار فقط فى الفترة التى يكون فيها جهد الموجة باعلى قيمة وبما انا انخفاض الجهد يحدث بسبب تيار الحمل ومعاوقة الكابلات ومصدر الكهرباء (المولد) بالتالى يحدث انخفاض فى الجهد فى الفترة التى
يوجد بها تيار اى فى الفترة التى يكون فيها الجهد باكبر ما يمكن بالتالى يقل الجهد فى هذه الفترة (بسبب الفولتج دروب) ولا يقل الجهد فى الفترات الاخرى فى موجة الجهد وهذا ما يعرف بظاهرة ال top-flatting حيث يتسبب فى انخفاض اعلى قيمة لحظية للجهد peak voltage ويقل جهد المولد فيقوم منظم الجهد بمحاولة ظبط الجهد ولكن لوجود الانفرتر

كما اوضحنا يكون هناك انخفاض فى الجهد عند اعلى قيمة لموجة الجهد وتكون مساحة هذه الموجة مساوية (وليست متطابقة) لمساحة الموجة الجيبية اى ان قيمة الجهد الفعالة rms هى القيمة المقننة ولكن اعلى جهد لحظى لموجة الجهد Peak voltage تكون منخفضة بمقدار ٧٠% بسبب الانفرتر

مثلا عند حدوث الظاهرة يكون جهد خرج المولد الجهد المقنن وليكن ٤٠٠ فولت rms ولكن اعلى جهد لحظى لموجة الجهد تكون مثلا ٢٦٠ فولت !!

اعلى جهد لحظى المفروض يكون جذر٢ * قيمة الجهد RMS اى تقريبا ٥٦٥ فولت!

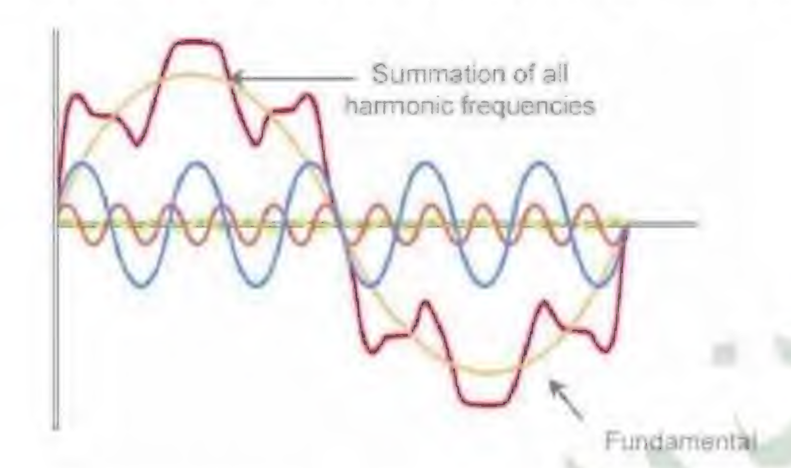
تداعيات ظاهرة ال top-flatting على الاحمال

الانفرتر: كما علمنا ان المكثف بداخلها يشحن فقط عندما يكون الجهد اللحظى للمولد اكبر من جهد المكثف وبما ان الظاهرة تتسبب فى خفض اعلى جهد للموجة بالتالى لن يشحن المكثف بالتالى سينخفض جهد ال dc bus بالتالى ستفصل الانفرتر مع اظهار انزار انخفاض جهد ال dc bus بالتالى يعود الجهد الى حالته ولكن عند تشغيل الانفرتر يتكرر السيناريو مرة اخرى

باقى الاحمال: ستؤدى الى زيادة التيار بالتالى الى سخونة زائدة على الكابلات وقد تؤدى لاحتراق المحركات والمحولات

التوافقيات المتولدة بواسطة الانفرتر

الصورة التالية توضح موجة جهد المولد (باللون الاحمر الغامق)



سنلاحظ ان هذه الموجة ليست موجة جيبية بالتالى يمكن ان نعبر عنها بواسطة موجة جيبية تسمى الموجة الاساسية (باللون البرتقالى)
وموجات جيبية اخرى اكبر فى التردد تسمى توافقيات (باللون الاحمر والازرق والاخضر)
بمعنى اخر الموجة المشوهة تكافىء محصلة الموجة الجيبية الاساسية وموجات التوافقيات
موجة التوافقيات باللون الازرق ترددها ٥ مرات تردد الموجة الاساسية بالتالى تسمى توافقيات رقم ٥ (order 5) (لو عديت عدد القمم الموجبة فى دورة واحدة ستجدها ٥)
موجة التوافقيات باللون الاحمر ترددها ١١ مرة تردد الموجة الاساسية بالتالى تسمى توافقيات رقم ١١ (order 11) (لو عديت عدد القمم الموجبة فى دورة واحدة ستجدها ١١)
موجة التوافقيات باللون الاخضر ترددها ١٣ مرة تردد الموجة الاساسية بالتالى تسمى توافقيات رقم ١٣ (order 13) (لو عديت عدد القمم الموجبة فى دورة واحدة ستجدها ١٣)

- ستلاحظ انه كلما زاد رقم التوافقيات (زاد ترددها) وقلت نسبتها (اعلى قيمة لحظية لها peak)

ماهو تردد التوافقيات المتولدة بواسطة الانفرتر؟

نظريا الانفرتر تولد توافقيات تعتمد على عدد نبضات الانفرتر بزيادة النبضات تقل التوافقيات
تولد توافقيات ذات معامل فردى ولا يقبل القسمة على ٣ مثل ٥-٧-١١-١٣

$H=(NP\pm1)$
H = التوافقيات المولدة بواسطة الانفرتر
N = ١-٢-٣-٤...
P = عدد نبضات الانفرتر اى عدد الدايود او الثايرستور المستخدم فى القنطرة (٦ او ١٢ او ١٨ او ٢٤)

انفرتر ٦ نبضة $H=(6N\pm1)$
H=5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 25, 29, 31...

انفرتر ١٢ نبضة $H=(12N\pm1)$
H=11, 13, 23, 25, 35, 37...
لاحظ اختفاء التوافقيات رقم ٥ و ٧ و ١٧ و ١٩...

	n							
p	5	7	11	13	17	19	23	25
6	x	x	x	x	x	x	x	x
12			x	x			x	x

n رقم التوافقيات P عدد النبضات

كقاعدة عامة طالما ان مجموع احمال الانفرتر (بالاضافة لاى احمال اخرى غير خطية) على المحول او المولد اقل من ٣٠% من الحمل الكلى فان الانفرتر ٦ نبضة تستخدم بلا مشاكل اما اذا زادت النسبة عن ذلك فربما تحتاج الى فلاتر مع الانفرتر او استخدام انفرتر ١٢ او ١٨ نبضة

تشوه الموجة الناتج عن الانفرتر يكون تقريبا ٧٠-١٠٠%

الحد من التوافقيات

١. باستخدام الفلاتر مع الانفرتر ٦ نبضة

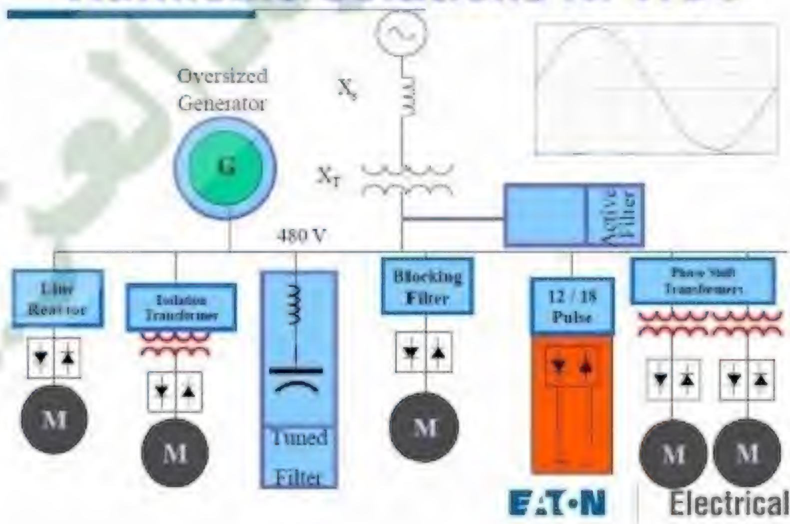
- ✓ معاوقة حثية/ملف خانق line reactor/dc choke
- ✓ فلتر فعال active filter
- ✓ فلتر غير فعال passive filter
- ✓ Active front end (regenerative inverters)

٢. باستخدام انفرتر ١٢ نبضة (تستخدم ٢ قنطرة توحيد للتيار) او انفرتر ١٨ نبضة تستخدم ٣ قنطرة توحيد للجهد)





6 Pulse Drive +	Built in Solution
Line Reactor / DC Choke	12 Pulse
Passive Filter	18 Pulse
Active Filter	Active Front End

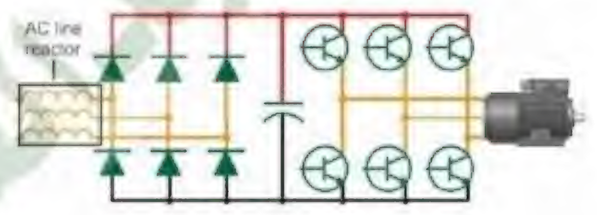


استخدام فلاتر للتوافقيات

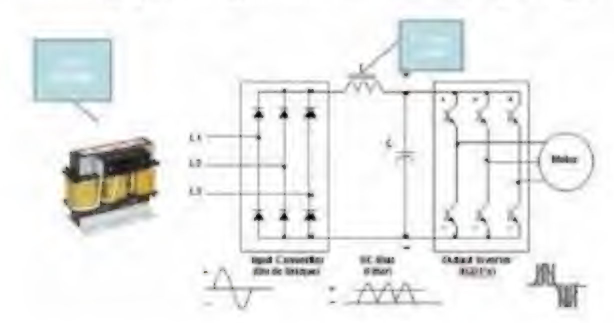
طريقة غالية الثمن ولكنها فعالة
تقوم بتخزين الطاقة من المولد عبر دورة موجة كاملة cycle ثم تقوم بتغذيتها للانفرتر مباشرة (بالتالى التوافقيات الناتجة عن سحب الانفرتر التيار فى فترة اعلى قيمة للجهد فقط ستصبح غير موجودة تقريبا)
لاتستخدم line reactor بين المولد والانفرتر حيث تتسبب بزيادة معاوقة النظام ! (تزيد الطين بلة)

معاوقة حثية Line reactor

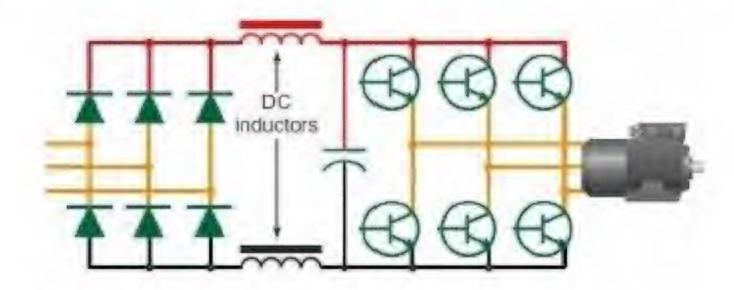
اضافة معاوقة حثية بين الانفرتر ومصدر الكهرباء يزيد من معاوقة المصدر مما يقلل من معدل تغير شكل الموجة بالتالى يقلل التوافقيات وايضا يقلل من الترانزينت(التيار العالى لحظة توصيل الحمل)
ايضا بزيادة المعاوقة يزيد مقدار انخفاض الجهد
معاوقة المولد اكبر بكثير من معاوقة المحول بالتالى يكون انخفاض الجهد كبير فى حالة المولد لذا لا يجب استخدام الملف الحثى مع المولد
عادة تكون المعاوقة الحثية بمقدار ٥% كافية لخفض قيم التوافقيات للحدود المسموح بها
ملف بمعاوقة ٣% سيسبب انخفاض فى الجهد بمقدار ٣% فى حالة الحمل الكامل
ملف بمعاوقة ٥% سيسبب انخفاض فى الجهد بمقدار ٥% فى حالة الحمل الكامل



توصيل خانق للتيار بين خرج قنطرة الانفرتر الموجب ومكثف التنعيم dc bus يؤدى ايضا الى تقليل التوافقيات الناتجة من الانفرتر

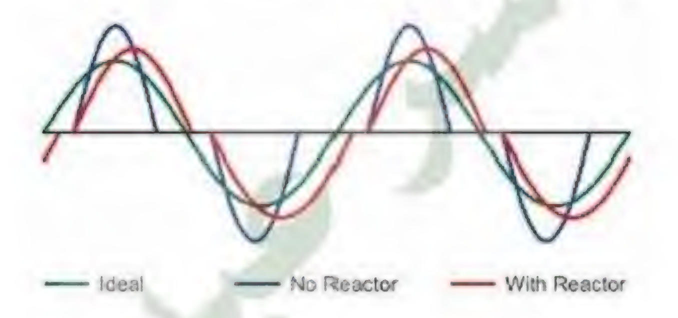


يمكن ايضا توصيل اثنين ملف على موجب وسالب القنطرة كما بالرسم



فى حالة استخدام ملف حثى على خرج القنطرة فان القنطرة تكون عرضة اكثر للتلف بفعل الجهد اللحظى العالى للمصدر supply surge ويجب حمايتها ب surge suppression

شكل الموجه الناتجة عن الانفرتر بدون فلتر و بفلتر(ملف حثى على الدخل او على خرج القنطرة)



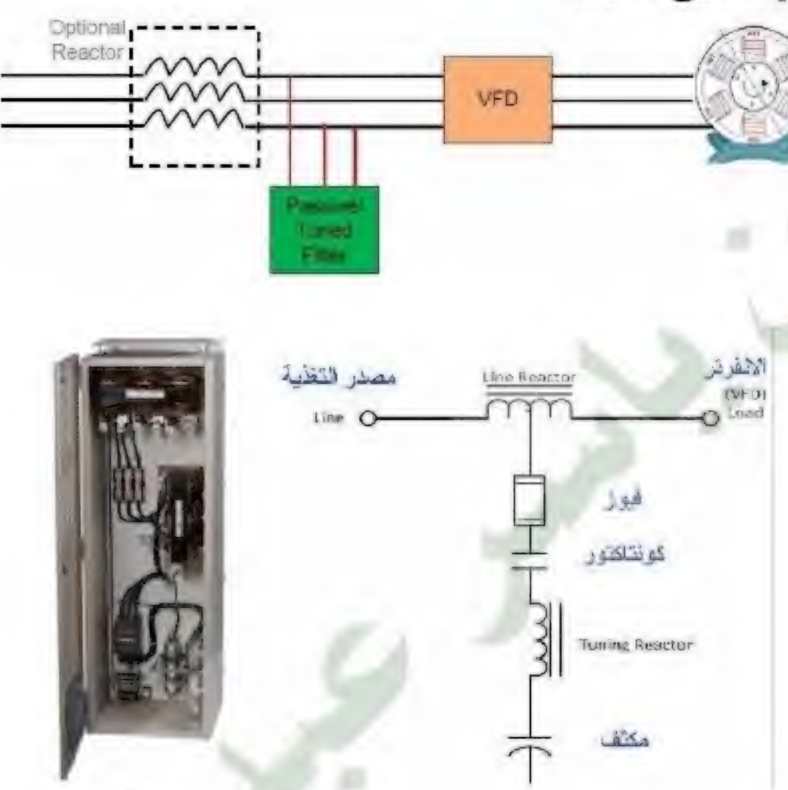
الموجة باللون الاخضر موجة قياسية بدون تشويه
الموجه باللون الازرق هى موجة الانفرتر بدون فلتر
الموجه باللون الاحمر هى موجة الانفرتر مزودة بفلتر

استخدم ملف حثي سيزيد التكلفة بمقدار ١٠-٢٠% وسيحسن شكل الموجة حيث يكون تشوه الموجة الناتج عن الانفرتر+فلتر ٣٠-٤٠%

- قدرات الانفرتر اقل من ٥ حصان عادة لانستخدم معهم فلاتر لان التوافقيات الناتجة تكون مهملة (حمل الانفرتر مقارنة بالحمل الكلى للمحول او المولد كبير)
- قدرات الانفرتر الاكبر من ٥ حصان واقل من ١٠٠ حصان تستخدم معها ملف حثى dc choke على خرج القنطرة
- قدرات الانفرتر الاكبر من ١٠٠حصان تستخدم معها ملف حثى على دخل الانفرتر line reactor

Passive filters

عبارة عن معاوقة حثية line reactor توصل توالى مع الانفرتر (للحماية من الرنين) وجزء توازى عبارة عن فيوز وكونتاكتور ومعاوقة حثية ومكثف
يقوم الكونتاكتور بتوصيل وفصل المكثف مع تشغيل وفصل الانفرتر لمنع حدوث معامل قدرة متقدم
يقلل التوافقيات الى ٥-٧%

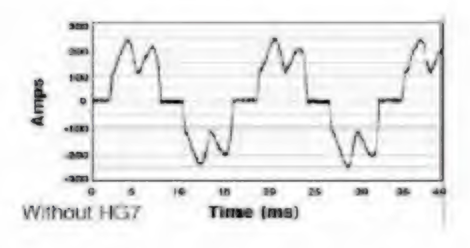


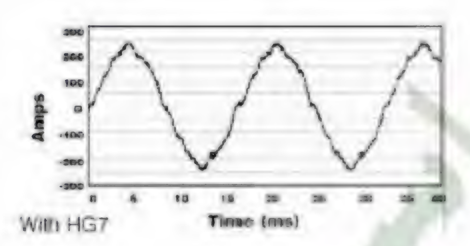
بالنسبة للمعاوقة الحثية الموصلة توالى مع الانفرتر لايجب استخدامها فى حالة المولد لانها تزيد من معاوقة مصدر الكهرباء وكما اوضحنا ان معاوقة المولد كبيرة بما يكفى



التكلفة الابتدائية للفلتر ٢٠٠-٥٠٠% من تكلفة الانفرتر
لاتتأثر كثيرا بعدم اتزان مصدر الكهرباء (تساوى الاحمال على الثلاث فاز)

شكل الموجة بدون الفلتر وشكلها بعد تركيب الفلتر





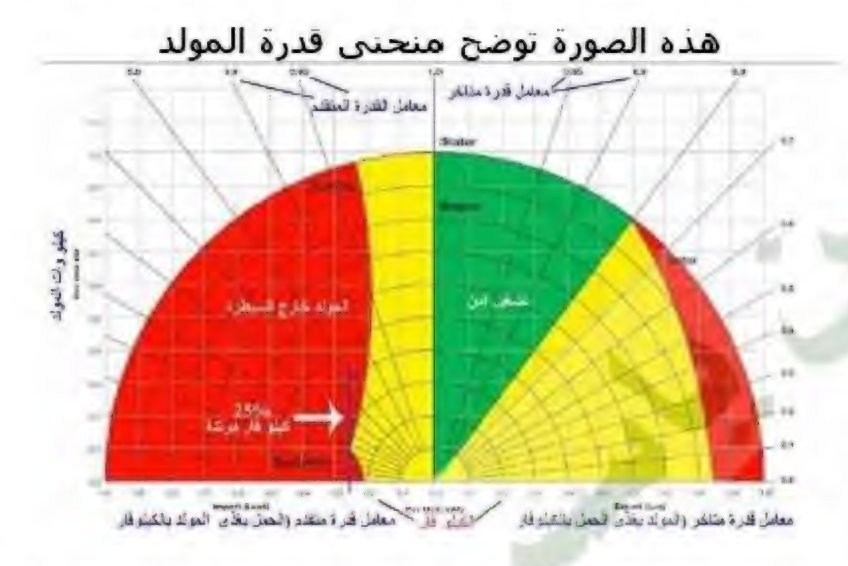
وجود المكثف يؤدى الى تغير فى معامل القدرة خصوصا بتغيير الحمل على الانفرتر ففى حالة اللاحمل سيسبب المكثف معامل قدرة متقدم لذا يجب التاكد من قدرة المولد على امتصاص الكيلو فار المرتدة من المكثف فى حالة اللاحمل
اقصى قدرة مرتدة يستطيع المولد امتصاصها بلا مشاكل (كيلو فار) تقريبا ٢٠% من كيلو فار المولد المقننة
الموصى بها هى ١٠% فقط للتشغيل الامن المريح

مثال: بفرض مولد ١٠٠ كيلو فولت امبير ،معامل قدرة ٠,٨، ٨٠ كيلو وات ، ٦٠ كيلو فار
الفلتر ١٠٠ حصان ، والمكثف (٠,١٥ كيلو فار/حصان)
بالتالى قيمة المكثف =١٥ كيلو فار
كما علمنا اقصى قدرة كيلو فار مرتدة يستطيع المولد امتصاصها هى ٠,٢*٦٠=١٢ كيلو فار
بالتالى قدرة المكثف (١٥ كيلو فار) اكبر من اقصى قدرة مرتدة للمولد (١٢ كيلو فار)

اذا يجب خفض قدرة المكثف للاقل من ١٢ كيلو فار او استخدام كونتاكتور لفصل المكثف فى حالة اللاحمل او الحمل الخفيف

تذكر ان ذلك بناء على ان اقصى كيلو فار للمولد وهى ٢٠% اى ١٢كيلو فار والامن هو ١٠% فقط اى ٦ كيلو فار

هذه الصورة توضح منحنى قدرة المولد



بما ان قدرة المكثف ١٥ كيلو فار بالتالى القدرة المرتدة على المولد فى حالة اللاحمل هى ٢٥% (١٥/٦٠=٠,٢٥)
المحور الافقى فى الرسم عبارة عن الكيلو فار كنسبة مئوية من القدرة المقننة ويمين المحور معامل قدرة متاخر اى ان المولد يغذى الحمل وشماله معامل قدرة متقدم اى ان الحمل يغذى المولد
لو نظرت على الخط الازرق عند ٢٥% كيلو فار (الحمل يغذى المولد اى معامل قدرة متقدم اى شمال الخط الافقى) ستجد ان هذا الخط يقع فى المنطقة باللون الاحمر فى المنحنى اى ان تشغيل المولد فى هذه المنطقة خطر بالتالى يجب ان تكون الكليو فار المرتدة ١٠% او ٢٠% كحد اقصى ليكون تشغيل المولد فى المنطقة الصفراء اى فى منطقة التشغيل الحذر

الفلاتر الفعالة Active filters

يقوم بتقليل التوافقيات الى ٥%

يستخدم مع مجموعة من الاحمال الغير خطية (عدد من الانفرتر مثلا)

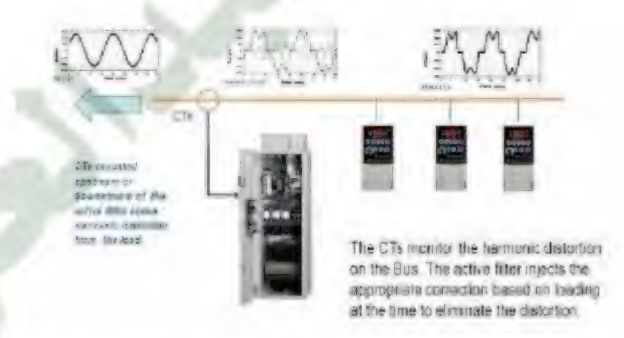
يقوم بقياس مقدار التوافقيات بتيار الحمل بواسطة محول تيار ويقوم بتوليد مقدار مناسب من التوافقيات التى تلاشى التوافقيات الناتجة عن الاحمال الغير خطية!

يقوم بتصحيح معامل القدرة

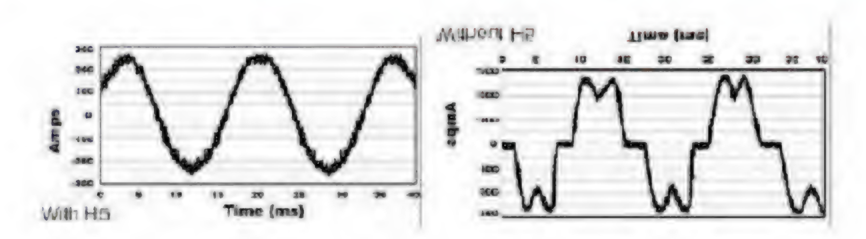
يقوم بخفض تشوه موجة التيار الى اقل من ٤%

لا يتأثر بعدم اتزان المصدر





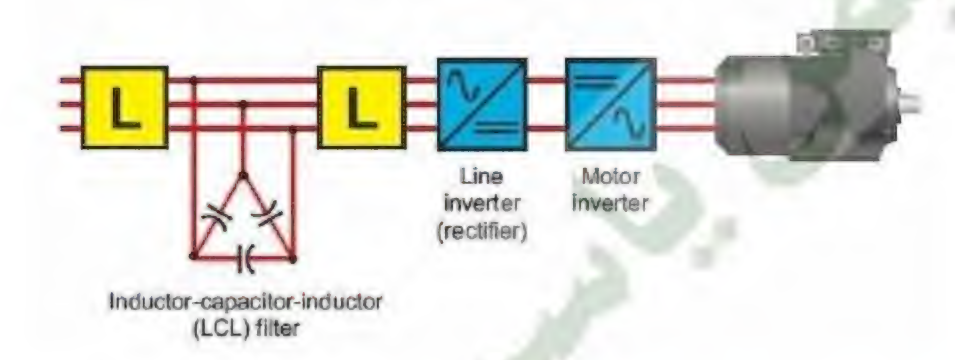
شكل الموجة بدون الفلتر وشكلها بعد تركيب الفلتر



Active front end

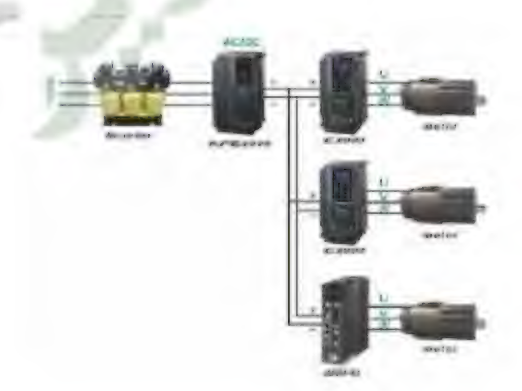
عبارة عن اثنين انفرتر

- انفرتر AFE تتصل بالتغذية وتحول التيار المتردد الى مستمر (قنطرة من IGBT او الثايرستور وليست من الدايود) بالتالى تستطيع اعادة الكهرباء الزائدة الى المصدر بالتالى هى مصدر للطاقة power supply وليست انفرتر!
- انفرتر للتحكم فى المحرك تحول التيار المستمر الى متردد وتتحكم فى الجهد والتردد لتتحكم فى سرعة المحرك



مثال محرك يعمل بواسطة انفرتر دلتا c2000
ويتم استخدام AFE2000 كمصدر لتغذية الانفرتر بالجهد المستمر
انفرتر المحرك تعمل بجهد مستمر مباشرة





يمكن ايضا استخدامها مع اكثر من انفرتر بشرط ان تكون قدرتها تساوى مجموع قدرات الانفرتر المتصلة بها

انفرتر التغذية AFE تعتبر بديل لمقاومات الفرملة حيث ان مقاومات الفرملة تستهلك الطاقة المرتدة من المحرك فى حالة الفرملة تستهلكها كحرارة اما باستخدام انفرتر AFE يتم اعادة هذه الكهرباء الى المصدر (تقريبا ٧٠% من قدرة المحرك) بالتالى توفر فى الطاقة بصورة كبيرة كما تقوم بتقليل التوافقيات وتحسين معامل القدرة (اذا انخفضت التوافقيات ارتفع معامل القدرة!)



يقوم باستشعار التوافقيات ففى حالة وجود توافقيات رقم ٥ مثلا من انفرتر المحرك يقوم الانفرتر الاخرى بتوليد توافقيات رقم ٥ ولكن بقطبية معاكسة بالتالى تلاشيها!
(تولد نفس التوافقيات لكن بقطبية معكاسة اى تعيدها الى المصدر!)

التطبيقات
المصاعد – الروافع والاوناش – مضخات استخراج البترول


Pumpjack
(oil extraction machine)

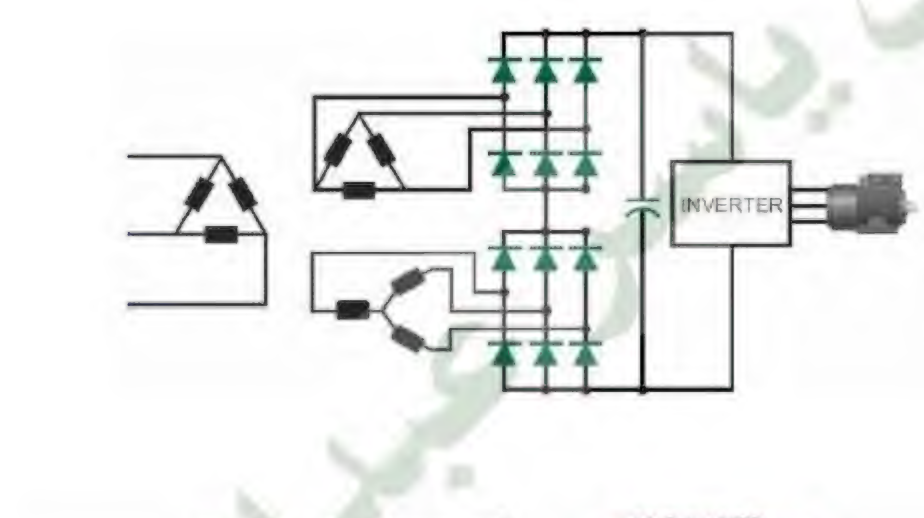

Crane and Hoist

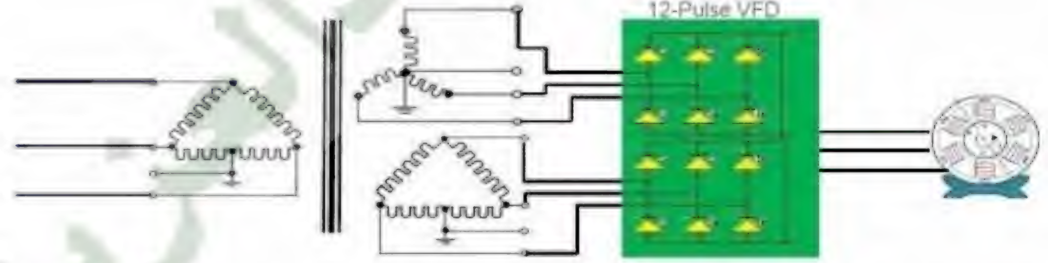




استخدام انفرتر ١٢ نبضة

حل فعال لقدرات انفرتر اكبر من ٧٥ حصان
تقلل ٥٠% من التوافقيات
تشوه موجة التيار يكون تقريبا ١٠% فى حالة الانفرتر ١٢ نبضة
تقضى على التوافقيات رقم ٥ و ٧ و ١٧ و ١٩
فكما علمنا بزيادة عدد النبضات تقل التوافقيات ، ايضا زيادة النبضات اى زيادة عدد القنطرة يؤدى لزيادة الفقد بالتالى انخفاض الكفاءة
وهى عبارة عن انفرتر بها ٢ قنطرة توحيد تيار موصليين توالى وبينهم زاوية كهربية مقدارها ٣٠ درجة ويتم تحقيق ذلك من خلال توصيلهم بمصدرى تيار بينهم زاوية ٣٠ درجة وذلك باستخدام محول به ٢ ملف ثانوى واحد دلتا والاخر ستار

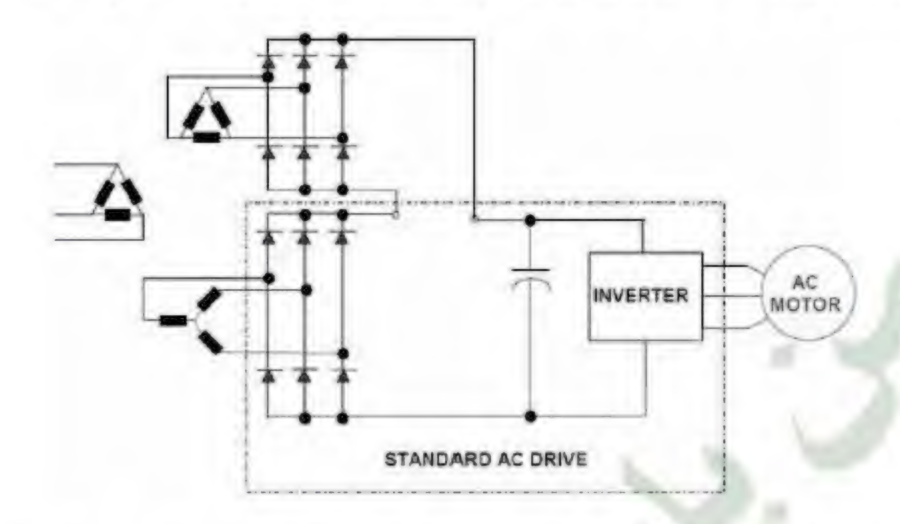




يفضل توصيل الاثنين قنطرة توالى وليس توازى
اذا تم توصيل القنطرتين توازى فيجب استخدام interphase reactor كما يجب ان يتم توزيع التيار بالتساوى بين القنطرتين وهذا لا يحدث الا فى حالة الحمل الكامل فقط وذلك لان جهد الملفين الثانويين للمحول يجب ان يتطابق تماما وهذا لا يحدث فى حالة تغير الحمل نتيجة الاختلاف بين معاوقة الملف الثانوى وجهد خرج المحول فى حالة الاحمل!
التكلفة الابتدائية لانفرتر ١٨ نبضة يكون ٤٠٠% مقارنة بانفرتر ٦ نبضة!

تحويل انفرتر ٦ نبضة الى ١٢ نبضة

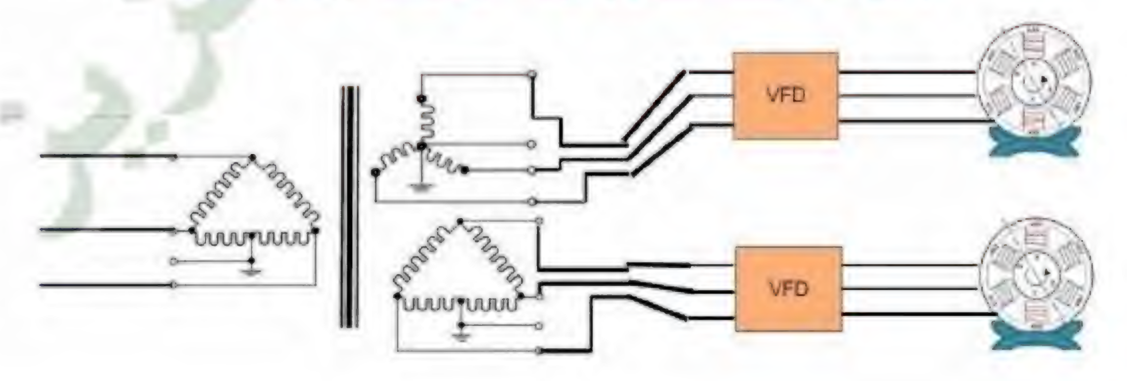
عن طريق توصيل قنطرة توحيد خارجية توالى بقنطرة توحيد الانفرتر كما يبين الرسم وتغذية الانفرتر من محول له ٢ ملف ثانوى كما اوضحنا



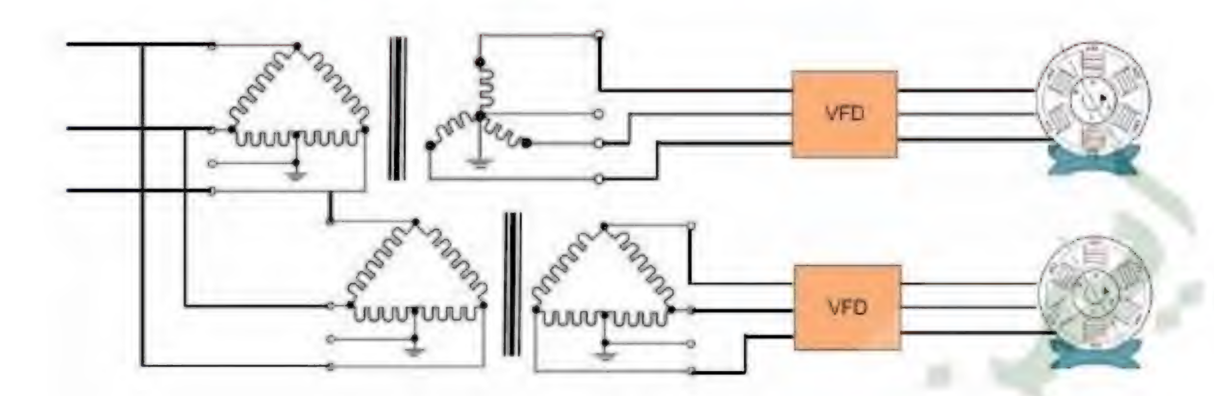
بالطبع يجب ان يتوفر بالانفرتر نقطة من ال dc bus ونقطة من القنطرة كما موضح بالرسم حتى نوصل قنطرة خارجية توالى!
اى توصل القنطرة الخارجية بنقاط توصيل ال dc choke

استخدام محول ١٢ نبضة

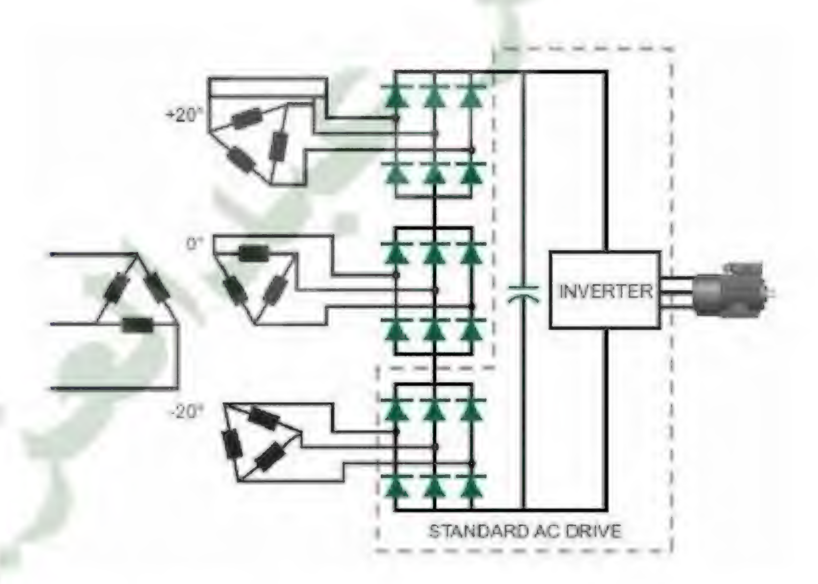
يستخدم فى حالة وجود اكثر من انفرتر كحمل على المولد بشرط ان تتساوى قدرة الانفرترين وكذلك يتساوى الحمل على الانفرتر
المحول عبارة عن ملف ابتدائى واثنين ملف ثانوى (بينهم ٦٠ درجة كفاز شيفت ويوصل على كل ملف ثانوى انفرتر) بالتالى تصبح الاثنين انفرتر (كل انفرتر ٦ نبضات) ١٢ نبضة بالنسبة للمولد (كلما زاد عدد النبضات قلت التوافقيات)
(انفرتر ٦ نبضة تعنى وجود ٦ موحدات فى الانفرتر)



او استخدام محولين كما بالرسم واحد دلتا ستار والتانى دلتا دلتا وتوصيل الملف الابتدائى للمحولين كما بالرسم

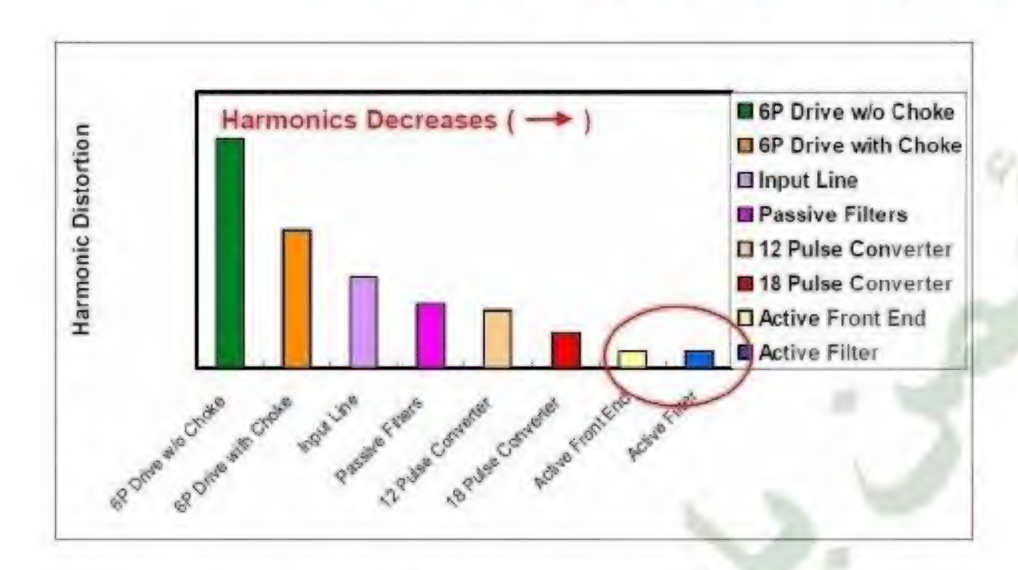


تحويل انفرتر ٦ نبضة الى ١٨ نبضة
عن طريق توصيل قنطرة توحيد خارجية توالى بقنطرة توحيد الانفرتر كما يبين الرسم وتغذية الانفرتر من محول له ٣ ملف ثانوى بينهم زاوية كهربية ٢٠ درجة



او استخدام انفرتر ١٨ نبضة مع محول به ٣ ملف ثانوى بينهم زاوية مقدارها ٢٠ درجة
مقدار التشوه فى موجة التيار يكون تقريبا ٥% فى حالة انفرتر ١٨ نبضة
التكلفة الابتدائية لانفرتر ١٨ نبضة يكون ٥٠٠% مقارنة بانفرتر ٦ نبضة!

مقارنة بين اداء طرق خفض التوافقيات المختلفة



مقارنة بين تكلفة طرق تقليل التوافقيات

Estimated Cost of Harmonic Correction	
Device Type	$/KVA
Active Filter	$150
Broadband Blocking Filter	$100
Phase-Shifting Transformers	$50
Tuned-Switched Filter	$40-$50
Tuned Fixed Filter	$35
Switched Capacitors	$25
K-Rated Transformer	$20
Reactor (choke)	$3-$4

تطويع الانفرتر للعمل مع المولد

1. جعل قدرة الانفرتر لاتتعدى ٢٥% من قدرة المولد (لايقلل من التوافقيات)
2. تنزيل فيرم وير خاصة للانفرتر تسمح له بالعمل بجهد مستمر منخفض dc bus بالتالى ستنخفض قدرة الانفرتر

استخدام مولد اكبر فى القدرة

نجعل اقصى قدرة للانفرتر على المولد ٢٥% من قدرته
زيادة قدرة المولد مقارنة بالانفرتر يقلل من معاوقة المولد الحثية بالتالى يقلل من انخفاض الجهد مما يسمح للانفرتر بالعمل دون حدوث انخفاض لجهد ال -dc bus فى الانفرتر ولكن ذلك لا يعنى ان تشوه موجة الجهد نتيجة التوافقيات المتولدة من الانفرتر اختفى...فالتوافقيات تظل موجودة كما هى (ولكن تاثيرها على انخفاض الجهد يقل لانخفاض معاوقة المولد)
الحمل قد يعمل بصورة طبيعية مع الكهرباء العمومية ولكن بصورة غير طبيعية مع المولد لان المعاوقة الحثية للمولد من ٥-١٠٠ مرة قيمة المعاوقة الحثية لمحول الكهرباء العمومى
بزيادة قدرة المولد تقل معاوقته الحثية
زيادة قدرة المولد لتقليل معاوقته الحثية الى قيمة صغيرة ربما لا يكون بلا جدوى اقتصادية بل يصبح بلوى اقتصادية لان التكلفة ستكون عالية

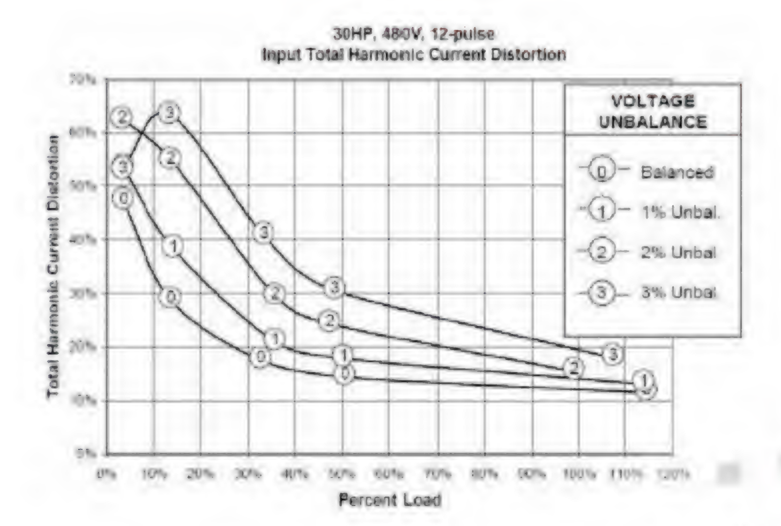
تنزيل فيرم وير خاص للانفرتر

اى تنزيل برنامج مخصص للانفرتر بحيث يسمح للانفرتر بالعمل مع انخفاض الجهد المستمر ال dc bus حيث ان المولد ذا معاوقة عالية بالتالى لن يستطيع اتلاف الانفرتر بتيار عالى inrush current ولكن يجب ايقاف هذا الفيرم وير بواسطة اشارة خاصة فى حالة العمل بمصدر الكهرباء العمومية لانها ذات معاوقة منخفضة بالتالى قد تسبب تيارات عالية تحرق الانفرتر

تأثير عدم اتزان الفازات على مقدار التوافقيات

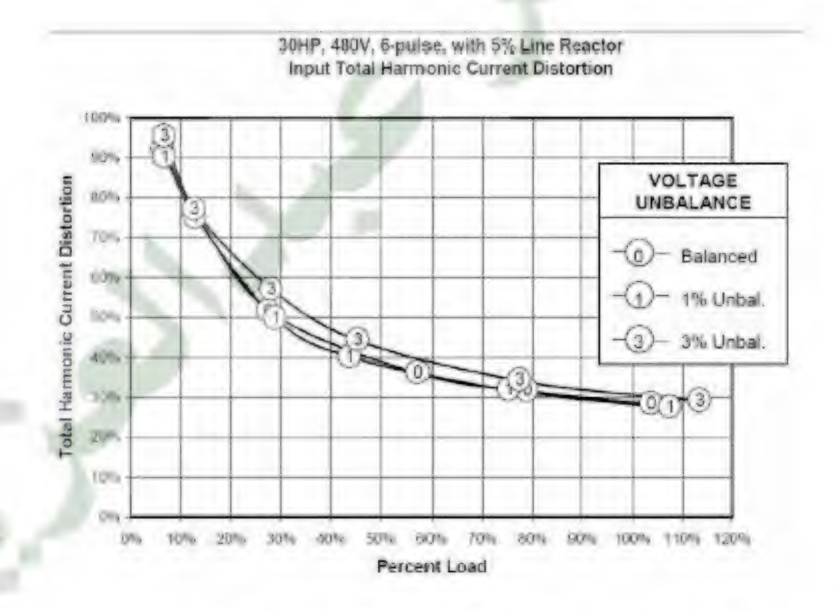
عدم اتزان فازات مصدر الكهرباء اى عدم توزيع الاحمال بالتساوى على الثلاث فازات (فى حالة وجود احمال احادية الفاز)
بزيادة عدم الاتزان بين الفازات تزيد مقدار التوافقيات المتولدة!

مقدار التوافقيات المتولدة بواسطة محرك ٣٠ حصان يعمل بانفرتر ١٢ نبضة
0 اى فى حالة اتزان
1 اى فى حالة عدم اتزان ١%
2 اى فى حالة عدم اتزان ٢%
3 اى فى حالة عدم اتزان ٣%



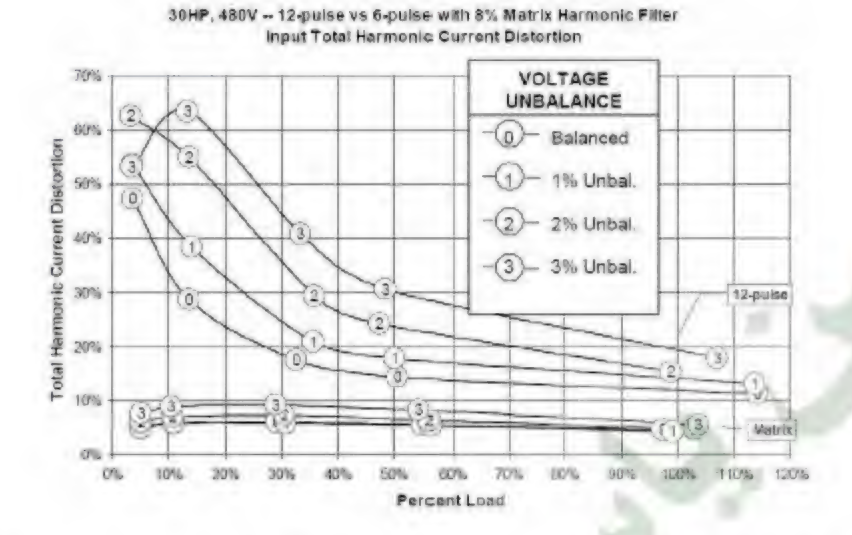
ستلاحظ بزيادة عدم الاتزان يزيد مقدار التوافقيات المتولدة

مقدار التوافقيات المتولدة بواسطة محرك ٣٠ حصان يعمل بانفرتر ٦ نبضة بها فلتر ٥% line reactor



ستلاحظ تولد توافقيات اعلى منها فى حالة انفرتر ١٢ نبضة تزيد التوافقيات بنسبة قليلة بزيادة عدم الاتزان

مقدار التوافقيات المتولدة بواسطة محرك ٣٠ حصان يعمل بانفرتر ١٢ نبضة واخر يعمل بانفرتر ٦ نبضات وبها فلتر ٨% ماتريكس



ستجد ان التوافقيات الناتجة عن انفرتر ٦ نبضة بها فلتر ماتريكس ٨% اقل من التوافقيات الناتجة عن انفرتر ١٢ نبضة
تاثير عدم اتزان الفازات ليس كبير على الانفرتر المزودة بالفلتر ولكن يكون كبير على الانفرتر ١٢ نبضة

الخلاصة:

- لا تظن ان زيادة قدرة المولد عن قدرة الانفرتر قليلا هو الحل! حيث ان اى احمال غير خطية يجب الا تتعدى قدرتها ٢٥ او٣٠% من قدرة المولد
- لاتستخدم فلاتر للتوافقيات من النوع passive لانها تغير من معامل القدرة ومقدار التوافقيات بتغيير الحمل بالتالى لاتستطيع ضبط استقرارية المولد stability
- افضل طريقة لبدء المحرك (فى حالة عمل المولد) هى ستار دلتا- محول ذاتى-سوفت ستارتر
- اسوء طريقة لبدء محرك (فى حالة عمل المولد) هى بدء مباشر او استخدام انفرتر !
- لايجب ان تستخدم line rector بين الانفرتر والمولد لانها تزيد من المعاوقة
- فى حالة الانفرتر لا تفعل خاصية flying start حيث تعمل الانفرتر مباشرة بعد عودة التيار (اذ انقطع)

- التاكد من ان اشارة السرعة للانفرتر لايوجد عليها اى تشويش (اى تشويش عليها قد يبدا المحرك بسرعة عالية وليس تدريجية بالتالى تسبب حمل مفاجىء على المولد)
- يجب ضبط ال precharge mode بحيث لو انخفض الجهد ودخل الانفرتر فى مود الشحن (حتى ارتفاع الجهد المستمر فى ال dc bus) وبعد وصول الجهد للقيمة المقننه لا يجب ان يبدء الانفرتر باخر سرعة مباشرة (لان ذلك سيسبب حمل مفاجىء على المولد) ولكن يجب ان يزيد السرعة تدريجيا ramp

اختيار قدرة المولد

- لو الانفرتر ٦ نبضة **ac six pulse input bridge** (المرحلة الاولى الانفرتر عبارة عن دايود) قدرة المولد ٢-٢,٥ قدرة الانفرتر
- **لو الانفرتر ac regenerative drive** (المرحلة الاولى الانفرتر عبارة عن IGBT) قدرة المولد ١,٥-٢ قدرة الانفرتر (لان كفائة الانفرتر اعلى منها فى حالة استخدام الدايود كموحد)
- **لو درايف** محرك جهد مستمر قدرة المولد ٣ مرات قدرة الكونفرتر

الفصل الرابع عشر
معامل القدرة

معامل القدرة هو النسبة بين القدرة الفعالة والقدرة الظاهرية
معامل القدرة =القدرة الفعالة/القدرة الظاهرية

PF=KW/KVA

معامل القدرة هو الزاوية بين التيار والجهد فى حالة الموجة الجيبية المثاليه بلا تشوه اى فى حالة الاحمال الخطية فقط

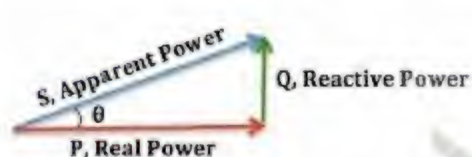
$$PF=\sqrt{3}V*I*\cos\varphi / \sqrt{3}V*I$$

$$PF=\cos\varphi$$



القدرة الظاهرية S = جذر (مربع القدرة الفعالة + مربع القدرة الغير فعالة)

$$S=\sqrt{(p^2+Q^2)}$$



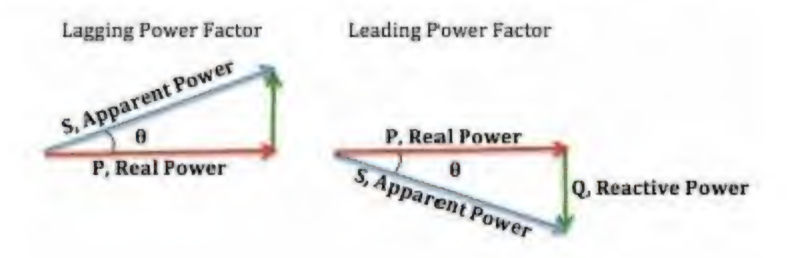
القدرة الفعالة $P = \sqrt{3}V*I*\cos\Theta$
القدرة الغير فعالة $Q = \sqrt{3}V*I*\sin\Theta$

فى حالة حمل المقاومة

موجة الجهد فى نفس زاوية موجة التيار (اعلى قيمة لموجة الجهد تقابل اعلى قيمة لموجة التيار) ويكون معامل القدرة بواحد صحيح

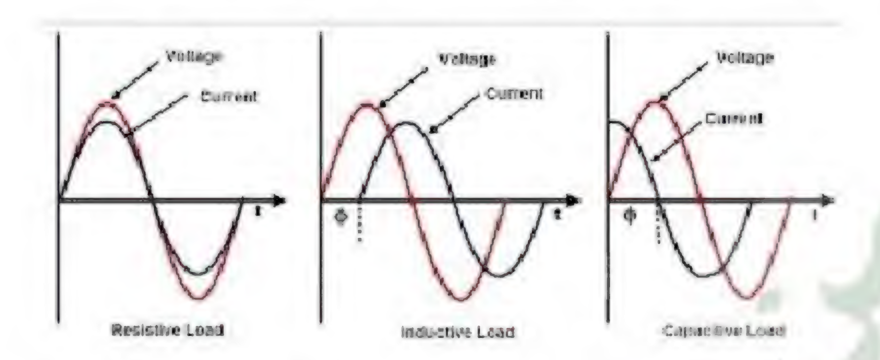
فى حالة الاحمال الحثية

تاخر موجة التيار عن موجة الجهد بمقدار ٩٠ درجة (اعلى قيمة لموجة الجهد تسبق اعلى قيمة لموجة التيار بمقدار ٩٠ درجة) ويكون معامل القدرة متاخر lagging power factor

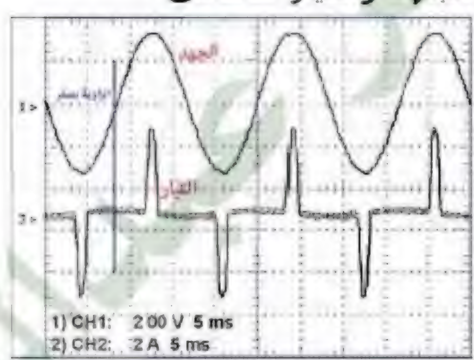


فى حالة الاحمال السعوية

تتقدم موجة التيار بمقدار ٩٠ درجة عن موجة الجهد(اعلى قيمة لموجة الجهد تتاخر عن اعلى قيمة لموجة التيار بمقدار ٩٠ درجة) ويكون معامل القدرة متقدم leading power factor



فى حالة الاحمال الغير خطية اى فى حالة تشوه موجة الجهد او التيار اى فى حالة وجود توافقيات سيكون من الخطأ اعتبار ان معامل القدرة هو فقط الزاوية بين الجهد والتيار
مثلا حالة switch mode power supply مثل بور سبلاى الكومبيوتر يكون شكل موجة الجهد والتيار كالتالى



يتم توحيد الكهرباء بقنطرة ويوجد مكثف على خرج القنطرة ويكون التيار المسحوب فى فترة شحن المكثف اى فترة اعلى جهد فقط.
الزاوية بين موجة الجهد والتيار بصفر (اعلى قيمة لموجة الجهد تقابل اعلى قيمة لموجة التيار) ولكن سيكون من الخطأ اعتبار ان معامل القدرة بواحد حيث ان موجة التيار غير جيبية

معامل القدرة = معامل تشوه الموجة * معامل الازاحة بين الجهد والتيار

$$PF= K_d * K_\theta$$

PF معامل القدرة
K_θ معامل الازاحة بين الجهد والتيار وهو يساوى **cos φ**
K_d معامل تشوه الموجة وهو يساوى

$$Kd = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{THD(\%)}{100}\right)2}} \qquad THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty}\left[I_h^2\right]}}{I_1}$$

فى حالة وجود توافقيات فان معامل القدرة يساوى

$Pf = \cos\Theta / \sqrt{(1+THD^2)}$

Pf معامل القدرة

Θ او φ زاوية الازاحة او الزاوية بين التيار والجهد للموجة الاساسية

THD مقدار التشوه الكلى للتيار بسبب التوافقيات

طيب ليه لانحسن معامل القدرة للمولد حتى نستفاد من القدرة الفعالة بصورة اكبر كما نفعل مع الكهرباء العمومية؟؟
الموضوع باختصار (على حد فهمى)

- **القدرة الفعالة للمولد** تسبب عزم (حمل) على محرك الديزل (تذكر ان السرعة تقل بزيادة التحميل ،تذكر ايضا ان توزيع الاحمال الفعالة فى مولدات التوازى يتم بالتحكم فى السرعة اى فى الوقود اى فى محرك الديزل) واى محرك ليه حمل اقصى بالتالى محرك الديزل ليه حمل اقصى وهو اقصى كيلو وات (كحمل على المحرك) يقدر المحرك تشغيله وهو بيساوى قدرة المولد بالكيلو فولت امبير مضروبه بمعامل قدرة المولد المسجل على يافطة بيانات المولد
  - ✓ قدرة الديزل بالحصان BHP= قدرة المولد بالكيلو وات*١٠٠/(كفاءة المولد*٠,٧٤٦) بالتالى لايمكن زيادة الكيلو وات المسحوبة من المولد بعد تحسين معامل القدرة لان بكده هيبقى حمل زائد على الديزل
  - ✓ لتوليد ١ كيلو وات لازم الديزل يدى ١,٥ حصان
  - ✓ بعض المراجع بتقول ٢ حصان (ماكرون جنيراتور) يمكن لانه بيشتغل حتى معامل قدرة واحد صحيح
  - ✓ حتى لو حسنت معامل القدرة ل ٠,٩ مثلا او ١ ماينفعشى تحمل على المولد قدرة فعالة (الكيلو وات) اكبر من القيمة السابقة!!
  - ✓ بمعنى اخر بتحسين معامل القدرة لاتزيد القدرة الفعالة (الكيلو وات) لتساوى الكيلو فولت امبير (قدرة المولد) عند معامل قدرة واحد صحيح

- **القدرة الغير فعالة للمولد** تعتمد على قدرة ملفات المجال للمولد (تذكر ان توزيع الاحمال الغير فعالة يتم بالتحكم فى جهد ملفات المجال) وبما ان قدرة ملفات المجال يتم التحكم فيها بالتحكم فى الجهد المسلط على الملفات (تغيير الجهد يغير التيار بالتالى يغير القدرة) وتدى اقصى قدرة عند جهد الملفات المقنن بالتالى المولد يدى اقصى قدرة غير فعالة وقيمتها تساوى قدرة المولد بالكيلو فولت امبير مضروبة فى Sin phi ودى اقصى قدرة غير فعالة للمولد ماينفعشى يدى اكتر من كده ولكن ينفع يغذى حمل بقدرة اقل من هذه القدرة (وسيخفض من جهد ملفات المجال)
  - ✓ لو حملت المولد بحمل بمعامل قدرة اقل من ٠,٨ المولد يقدر يغذيه طالما كيلو فار الحمل اقل من اقصى كيلو فار للمولد كما اوضحت **لذا يتم عمل تخفيض لقدرة المولد فى حالة تغذية حمل معامل قدرته منخفض عن معامل قدرة المولد**

- ✓ لو حسنت معامل القدرة ل ٠,٩ مثلا هيقل الكيلو فار اللى بيسحبه الحمل من المولد بالتالى هيقلل AVRقدرة ملفات المجال وتنخفض حرارة الملفات وبالتبعية سيقل استهلاك الوقود (لانخفاض الامبير المسحوب من المولد بالتالى خفض الفقد فى ملفات المولد)
- ✓ لو حسنت معامل القدرة ل ١ ستكون القدرة الغير فعالة المسحوبة من المولد بصفر

بتحسين معامل القدرة يقلل الكيلوفار المسحوبة من المولد وماينفعشى نقلل كيلو فار من المولد ونزود استهلاك الكيلو وات من المولد اعلى من القيمة السابقة كما اوضحنا (لان الكيلو وات بتسمع فى حمل المحرك والكيلوفار بتسمع فى امبير ملفات المجال)

جدول تخفيض قدرة المولد بانخفاض معامل القدرة للحمل

معامل القدرة	١	٠,٩	٠,٨	٠,٧	٠,٦	٠,٥	٠,٤	٠,٣	٠,٢	٠,١
معامل التخفيض	١	١	١	٠,٩٥	٠,٩١	٠,٨٩	٠,٨٧	٠,٨٦	٠,٨٥	٠,٨٤

طيب واحد ممكن يسئل ويقول انه بالنسبة لمعامل القدرة المتاخر اقل من ٠,٨ فهم ليه لازم نخفض قدرة المولد ، لكن يسئل ويقول ليه بقى فى معامل القدرة اعلى من ٠,٨ ، لم يتم تخفيض قدرة المولد ؟ ؟؟؟ (من منطلق ان كيلو وات الحمل هتبقى اكبر من اقصى كيلو وات للمولد بالتالى هتسبب اوفرلود على الديزل كما اوضحنا)

الموضوع ببساطة انك فى حالة حمل معامل قدرته اكبر من قدرة المولد (اكبر من ٠,٨) تقدر تحسب بدقة قدرة المولد اللى تقدر تشيل قدرة كيلو وات الحمل ليه؟ لان المهم فى الحالة دى هى كيلو وات الحمل (لان بالتاكيد كيلو فار الحمل قليل جدا واكيد اقل بكتير من اقصى كيلو فار للمولد) يعنى ايه باردة؟

- يعنى سيادتك اولا هتجيب كيلو وات الحمل بضرب معامل القدرة الحمل (اكبر من ٠,٨) بالقدرة الظاهرية للحمل
- بعدين هتقسم كيلو وات الحمل على معامل قدرة المولد (٠,٨) علشان تجيب قدرة المولد الظاهرية (كيلو فولت امبير) اللى تقدر تشيل كيلو وات الحمل بكدة انت مش محتاج تخفض قدرة المولد فى حالة معامل القدرة الواحد الصحيح
- او تقدر تخفض قدرة المولد بمقدار النسبة بين معامل قدرة المولد (٠,٨) / معامل قدرة الحمل (اعلى من ٠,٨)

طيب واحد ممكن يسئل ليه مانعملشى نفس النظام بالنسبة للاحمال اللى معامل القدرة بتاعها اقل من ٠,٨ ؟؟

سيادتك لو اتبعت نفس الطريقة يبقى هتجيب كيلو فار الحمل وتقسمة على sin phi المولد علشان تجيب القدرة الظاهرية للمولد بالتالى الحسابات هتبقى رزلة شوية

طيب رزلة ازاى...ممكن توضيح؟؟

بص ياسيدى انت محتاج

- تجيب الزاوية فاى للحمل (معامل قدرة الحمل = cos phi) ومنها تجيب sin phi علشان تضربها فى القدرة الظاهرية للحمل وتجيب كيلو فار الحمل
- محتاج تجيب الزاوية فاى للمولد (cos phi = 0.8) ومنها تجيب sin phi للمولد
- تقسم كيلو فار الحمل على sin phi المولد علشان تجيب القدرة الظاهرية للمولد اللى تقدر تشيل كيلو فار الحمل العالى ده....

غبية مش كدة؟؟؟،هما بقى ريحو دماغك السكرة دى وعملو جدول يديك مقدار التخفيض لقدرة المولد عند معامل قدرة مختلف للحمل ، واشترى دماغك بنص الثمن

طيب ده معناه ان هوفر فى استهلاك الوقود بتحسين معامل القدرة صح؟

- اينعم صح بس بشرط ماتحملشى المولد باقصى من قدرته الفعاله (يعنى مش هتزيد قدرته الفعالة حتى تساوى الكيلو فولت امبير عند معامل قدرة بواحد صحيح)

طيب ازاى هيقل استهلاك الوقود ؟؟

- سيادتك لما تحسن معامل القدرة الامبير المسحوب من المولد هيقل يعنى الفقد فى المولد (فى الملفات وفى القلب الحديدى) هيقل (لان الفقد يتناسب مع مربع التيار) يعنى الحرارة هتقل يعنى العمر الافتراضى هيزيد!! و ايضا الفقد ده بيعتبر (كحمل) على محرك الديزل بالتالى تخفيض هذا الفقد بالتبعية هيوفر فى الوقود

طيب ليه بينصح بعدم تشغيل لوحة معامل القدرة مع المولد مادام هتوفر فى الوقود؟؟

- اولا هو يفضل اطفاء لوحة معامل القدرة **عند بداية تحميل المولد بالحمل** وبعد تحميل المولد يمكنك تشغيل اللوحة
- نصح البعض بعدم تشغيل اللوحة مع المولد لسبب بسيط سيادتك لما تحسن معامل القدرة الامبير المسحوب من المولد هيقل تمام؟ يعنى لو انت حسنت معامل القدرة ل واحد والمولد متحمل حمل كامل بس كيلو فولت امبير هتبقى اقل من المقنن (لان القدرة الغير فعالة قلت) يعنى الامبير اقل من المقنن وهو متحمل حمل كامل!! (يبقى ايه وضع الحمايات اللى على المولد من زيادة تيار مثلا اما المولد محمل حمل كامل وامبيره اقل من المقنن (امبير السكينة او ريلاى زيادة التيار) فلو حصل حمل زائد ماتتوقعشى ان السكينة هتفصل ، وماتتوقعشى ان الفنى هياخد باله ان المولد متحمل حمل زائد لان ببساطة هيلاقى الامبير المسحوب اقل من امبير المولد فبالنسباله الدنيا فلة !!!!.....)
  فلو سيادتك حليت المشكلة دى يبقى احسنلك من كل النواحى انك تحسن معامل القدرة

طيب هل فى مشاكل تانية غير حماية المولد من الحمل الزائد؟

- المشكلة التانية هى الجهد العالى بسبب معامل قدرة متقدم نتيجة مكثفات معامل القدرة او اى حمل ذا معامل قدرة متقدم (مثل ال UPS)

ينصح بعدم تشغيل لوحة تحسين معامل القدرة الا بعد توصيل الحمل على المولد

اسباب معامل القدرة المتقدم

- البور فاكتور المتقدم يحدث نتيجة فصل حمل حثى وعدم فصل مكثفات تحسين القدرة معه مما يؤدى لوجود مكثفات اكبر من المطلوب مما يسبب معامل قدرة متقدم ، طيب مش وظيفة ريلاى معامل القدرة هى ادخال واخرج مراحل المكثفات حسب الاحمال؟؟ اينعم ، طويب ايه اللى ممكن يسبب معامل قدرة متقدم؟؟ زمن تاخير خروج المكثفات مهم جدا جدا جدا ظبطه على اقل ما يمكن فى حالة المولد (ضمن اعدادات ريلاى لوحة تحسين معامل القدرة زمن تاخير خروج المكثفات وزمن تاخير دخول المكثفات) ايضا سعة وعدد مراحل المكثفات باللوحة يجب تصميمها جيدا حتى لاتسبب جهد متقدم (اكيد كل مازاد عدد المراحل كل ماكان احسن واغلى، وده بيعتمد على قدرة الاحمال) (ظبط زمن دخول المراحل على اقل مايمكن وفى حالة احمال غير خطية قد ينتج ضرب لفيوزات المكثفات)
- السبب التانى هو وجود احمال ذا معامل قدرة متقدم والاشهر طبعا ال UPS (به مكثفات كفلتر للجهد) و غالبا يمكن حل المشكلة بعمل ترتيب معين لدخول الاحمال بان مثلا تبدأ بحمل حثى ثم بحمل ال UPS بحيث الكيلو فار الناتجة من فلاتر ال UPS يمتص بعضها الحمل الحثى والباقى يمصته المولد (بس تتاكد من المانيوال ان المولد يقدر يمتص المقدار ده) ،حل تانى انك تغلق فلاتر ال UPS او انك تقسمه لمجموعات احمال متخشش مع بعض !

تاثير معامل القدرة المتقدم على المولد

١. هيسبب ارتفاع جهد المولد طيب ازاى؟؟

- امبير ملفات المجال فى حالة اللاحمل تقريبا نص الامبير فى حالة الحمل الكامل
- منظم الجهد يستخدم للتحكم فى جهد ملفات المجال للتحكم فى المجال بالتالى التحكم فى جهد المولد
- بور فاكتور متقدم سيؤدى الى تغذية الحمل للمولد بالكيلو فار مما يؤدى لارتفاع جهد المولد بالتبعية سيخفض ال AVR من الجهد اللى موصله لملفات المجال بالتالى قد يخفض منظم الجهد جهد ملفات المجال الى اقل مايمكن بالتالى (مافيش بايده اكتر من كده يعمله) بالتالى يكون جهد المولد خارج السيطرة فيحرق الاحمال الموصلة بالمولد وقد يتلف المولد نفسه (سينهار عزل الملفات للمولد) اذا لم يفصل ريلاى ارتفاع الجهد

- (قدرة المولد على امتصاص القدرة الغير فعالة اقل كثيرا جدا جدا من قدرة شبكة الكهرباء الموحدة لانها كبيرة جدا جدا مقارنة بقدرة المكثفات ايضا لانها بها احمال كثيرة (اخرى غير المصنع) مصانع اخرى ممكن تستوعب القدرة الغير فعالة دى

٢. هيسبب مشاكل للمولدات على التوازى ، **طيب ازاى؟؟**

- مشاكل المولدات التى تعمل على التوازى فى حالة البور فاكتور المتقدم
- هيسبب ارتفاع جهد الباص بار او انعكاس الكيلو فار (الكيلوفار الحمل هتغذى المولد)
- احمال UPS الكبيرة تعتبر معامل قدرة متقدم (لان فيها مكثفات) بالتالى لو الحمل كتير من النوع ده اشتغلت والباص بار مش عليه الا مولد واحد بس (الباقى لسه مادخلش) المكثفات هتسبب معامل قدرة متقدم يعنى هتغذى المولد بالكيلو فار يعنى هتسبب ارتفاع الجهد وفصل المولد over voltage او تلفه
- لو دخلت احمال UPS على مولدات شغالة على التوازى باردة هتحصل نفس المشكلة لو القدرة المرتدة دى متوزعتشى بالتساوى على المولدات وغذت مولد واحد هيحصل عليه اوفر فولت وهيفصل او يتلف، لذا يجب وجود ريلاى توزيع الاحمال الغير فعالة **ويكون بيدعم** انعكاس القدرة علشان القدرة المرتدة يوزعها بالتساوى على المولدات علشان تعرف تمتصها وميسببش اوفر فولت

ما مقدار الكيلو فار التى يمتصها المولد بلا مشاكل؟

- بصورة عامة اغلب المولدات تتحمل امتصاص كيلو فار تعادل ٢٠% من القدرة (لذا ريلاى الحماية من انعكاس القدرة بيبقى فى رانج من ٢-٢٠%) ولكن طبعا الافضل انك تنزل منحنى قدرة المولد ومنه هتعرف اقصى كيلو فار يقدر المولد يمتصها (بغض النظر عن معامل القدرة)

منحنى قدرة المولد

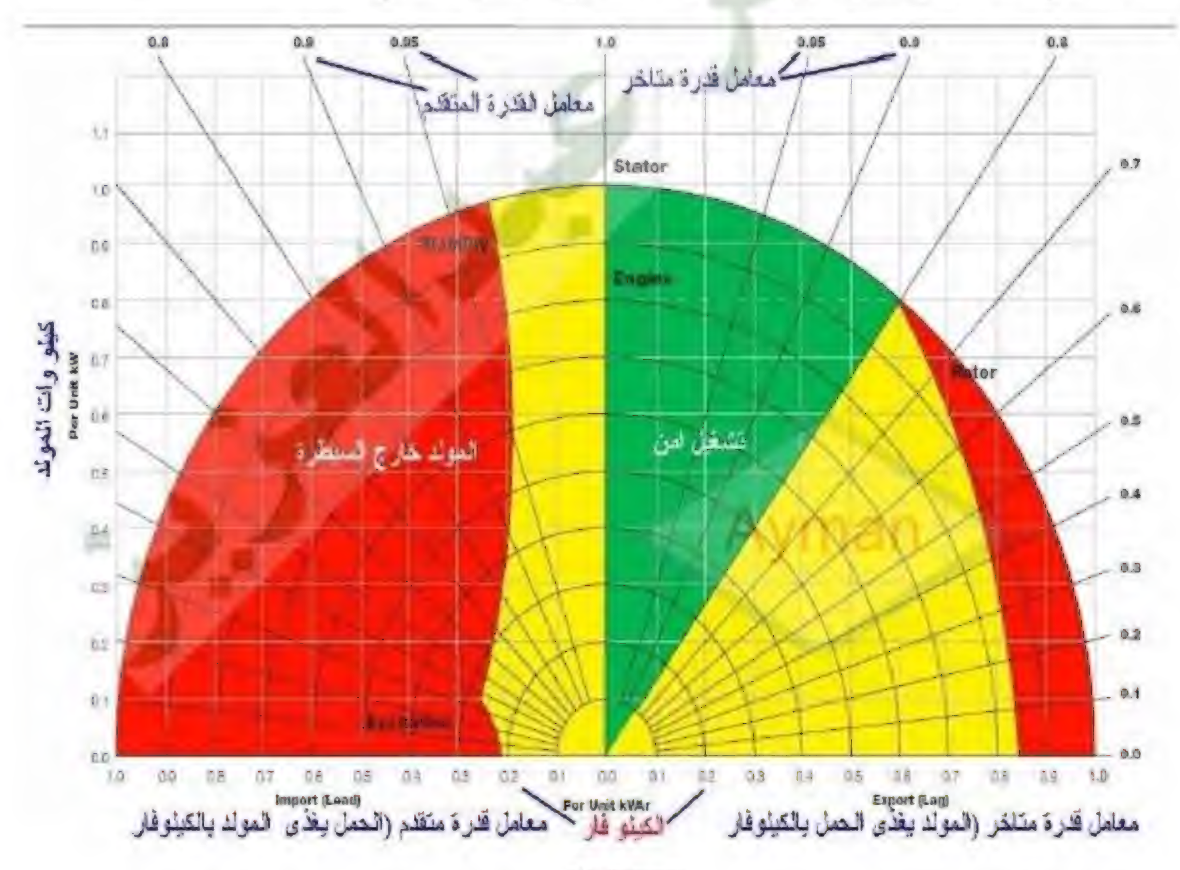
فى مانيوال المولد يوجد هذا المنحنى ومنه تستطيع ان

- تعرف قدرة المولد الفعالة والغير فعالة فى حالة معامل قدرة متقدم او متاخر
- ان تعرف المنطقة التى يكون فيها تشغيل المولد امن تماما (معامل قدرة متاخر اقل من ١)

- ان تعرف المنطقة التى يكون فيها تشغيل المولد غير امن وخطر (معامل قدرة متقدم اعلى من الوحد)
- ان تعرف اقصى كيلوفار يستطيع المولد امتصاصها من الحمل فى حالة معامل القدرة المتقدم

كيفية قراءة الرسم

- المحور الافقى يعبر عن الكيلوفار (كنسبة من القدرة الكلية) وهو مقسوم الى نصفين بواسطة خط تشغيل بمعامل قدرة بواحد حيث
  - ✓ تكون الكليو فار المتولدة بصغر عند معامل قدرة بواحد
  - ✓ ويمين هذا الخط اى معامل قدرة متاخر فكلما قل معامل القدرة زاد مقدار توليد الكيلو فار من المولد (المولد يولد كيلو فار)
  - ✓ وشمال هذا الخط معامل قدرة متقدم فكلما زاد معامل القدرة زادت الكيلو فار التى يغذيها الحمل للمولد (المولد يسحب كيلو فار)
- المحور الراسى يعبر عن كيلو وات المولد كنسبة من القدرة الكلية
- اللون الاخضر يعبر عن منطقة تشغيل امنة للمولد
- اللون الاصفر يعبر عن منطقة تشغيل حذرة للمولد
- اللون الاحمر يعبر عن منطقة تشغيل خطرة للمولد



10 Figure

مع انخفاض معامل قدرة الحمل عن ٠,٨ يجب تخفيض قدرة المولد لتجنب ارتفاع درجة حرارة المولد (لان الكيلوفار اللى هيحتاجها الحمل هتبقى اكبر من اقصى كيلو فار للمولد على الرغم من ان قدرة الحمل اقل من قدرة المولد!!!!! وهيبان الكلام ده فى المثال القادم)

مثال:

بفرض مولد ٣ فاز ٤٠٠ فولت ٥٠ هرتز قدرته ٥٠٠ كيلو فولت امبير

- ✓ يعمل لمدة ٧٢٠ ساعة سنويا (تقريبا ساعتين فى اليوم)
- ✓ متوصل عليه حمل قدرته ٢٥٠ كيلو وات بمعامل قدرة ٠,٦٥
- ✓ الفقد فى المولد تقريبا ١٢ كيلو وات اثناء الحمل الكامل
- ✓ استهلاك الوقود فى المتوسط لتر/٣كيلو وات
- ✓ التيار المقنن٧٣٥ امبير تقريبا
- ✓ بور فاكتور المولد ب ٠,٨

نوفر اد ايه فى الوقود لو تم تحسين معامل القدرة الى ٠,٩ ؟؟؟؟

الاجابة (على حد علمى)

بالنسبة للمولد

١. كيلو فولت امبير المولد = ٥٠٠ كيلو فولت امبير
٢. امبير المولد=٥٠٠٠٠٠/(٤٠٠*جذر ٣)=٧٢١ امبير
٣. مقاومة الملفات = قدرة الفقد/مربع التيار = ١٢٠٠٠/(٧٢١*٧٢١)=٠,٠٢٣ اوم
٤. اقصى كيلو وات للمولد = ٥٠٠ *٠,٨=٤٠٠ كيلو وات
٥. اقصى قدرة غير فعالة للمولد=٥٠٠*٠,٦=٣٠٠كيلو فار

- الزاوية=$\cos^{-1} 0.8$ =٣٦,٨ درجة
- $\sin phi = \sin 36.8=0.6$
- او القدرة الغير فعالة تساوى جذر (مربع قدرة المولد – مربع الكيلو وات)= جذر (٥٠٠*٥٠٠-٤٠٠*٤٠٠)=٣٠٠ كيلو فار

بالنسبة للحمل

١. كيلو فولت امبير الحمل =٢٥٠/٠,٦=٤١٦,٦ كيلو فولت امبير (اقل من قدرة المولد اللى هى ٥٠٠ كيلو فولت امبير)
٢. امبير الحمل =٤١٦,٦*١٠٠٠/(٤٠٠*جذر٣)=٦٠١ امبير (اقل من اقصى امبير للمولد ٧٢٠ امبير يعنى اشطه)
٣. الفقد فى ملفات المولد =مربع التيار*مقاومة الملفات= ٦٠١*٦٠١*٠,٠٢٣=٨,٣ كيلو وات
٤. قدرة الحمل الفعالة ٢٥٠ كيلو وات اقل من اقصى قدرة فعالة للمولد واللى هى ٤٠٠ كيلو وات يبقى اشطه

5. قدرة الحمل الغير فعالة = جذر (٤١٦*٤١٦ –٢٥٠*٢٥٠)=٣٣٣,٢ كيلو فار (اكبر من اقصى قدرة غير فعالة للمولد وهى ٣٠٠ كيلو فار وده هيسبب سخونة زائدة فى ملفات المجال)

الحمل بعد تحسين معامل القدرة الى ٠,٩

1. كيلو فولت امبير الحمل =٠,٩/٢٥٠=٢٧٨ كيلو فولت امبير (اقل من قدرة المولد اللى هى ٥٠٠ كيلو فولت امبير واقل من قدرة الحمل قبل التحسين واللى هى ٤١٦ كيلو فولت امبير)
2. امبير الحمل =٢٧٨*١٠٠٠/(٤٠٠*جذر٣)=٤٠١ امبير (اقل من اقصى امبير للمولد ٧٢٠ امبير يعنى اشطه واقل من اقصى امبير للحمل قبل التحسين ٦٠١ امبير)
3. الفقد فى ملفات المولد =مربع التيار*مقاومة الملفات= ٤٠١*٤٠١*٠,٠٢٣=٣,٧ كيلو وات (اقل من الفقد قبل التحسين ٨,٣ كيلو وات)
4. قدرة الحمل الفعالة ٢٥٠ كيلو وات اقل من اقصى قدرة فعالة للمولد واللى هى ٤٠٠ كيلو وات يبقى اشطه
5. قدرة الحمل الغير فعالة = جذر (٢٧٨*٢٧٨ –٢٥٠*٢٥٠)=١٢١,٥ كيلو فار (اقل من اقصى قدرة غير فعالة للمولد وهى ٣٠٠ كيلو فار واقل من القدرة الغير فعالة قبل التحسين ٣٣٣,٢ كيلو فار)

التوفير فى الفقد فى الملفات المولد بعد تحسين معامل القدرة = الفقد فى الملفات قبل التحسين –الفقد فى الملفات بعد التحسين=
٨,٣-٣,٧=٤,٦ كيلو وات توفير
توفير ٤,٦ كيلو وات فى الساعة لعدد ساعات تشغيل ٧٢٠ ساعة=
٤,٦*٧٢٠=٣٣١٢ كيلو وات ساعة فى السنة
معدل توفير الوقود نتيجة توفير هذه القدرة (لتر لكل ٣ كيلو وات)=٣/٣٣١٢=١,١ طن سولار توفير فى السنة

مع العلم اننا ماحسبناش ان فيه فقد هيزيد على النظام لوجود لوحة تحسين معامل القدرة وهو ١,٥ وات الكل كيلو فار مكثفات
قدرة لوحة المكثفات تقريبا =٣٣٣-١٢١=٢١٢ كيلو فار
الفقد فى اللوحة=١,٥*٢١٢=٣١٨ وات =٠,٣٢ كيلو وات
الفقد فى السنة=٠,٣٢*٧٢٠=٢٣٠,٤ كيلو وات ساعة
التوفير الفعلى للمولد فى السنة =٣٣١٢-٢٣٠=٣٠٨٢ كيلو وات ساعة فى السنة
معدل توفير الوقود نتيجة توفير هذه القدرة (لتر لكل ٣ كيلو وات)= ٣٠٨٢ /٣=١طن سولار توفير فى السنة

قارن ثمن توفير ١ طن سولار فى السنة بسعر لوحة تحسين معامل القدرة وانت تعرف هترجع ثمن اللوحة فى كام سنة وتعرف اذا كان فى جدوى اقتصادية لتركيب اللوحة من عدمه

- ✓ مع الاخذ فى الاعتبار ان لو وضعنا اللوحة اقرب مايمكن للحمل هنوفر فقد فى الكابل الواصل بين الحمل والمولد تقريبا ٢,٥ % من قدرة الحمل بالتالى هيوفر فى استهلاك الوقود ايضا(لحساب مقدار التوفير فى فقد الكابل لو اللوحة وضعتها بجانب الحمل وليس المولد = مربع تيار الحمل فى مقاومة الكابل، ومقاومة الكابل تعتمد على طول الكابل وتعرف قيمتها من كتالوج الشركة المصنعة للكابلات)
- ✓ مع الاخذ فى الاعتبار ان القدرة الكلية والقدرة الغير فعالة هتقل يعنى هيشتغل المولد مستريح
- ✓ علشان يكون تحسين معامل القدرة ذا جدوى اقتصاديا لازم يكون مقدار التوفير فى ٣ سنين اكبر من او يساوى ثمن اللوحة وملحقاتها

الفصل الخامس عشر
تغيير تردد المولد

تغيير التردد من ٥٠ الى ٦٠ هرتز او العكس

لتغيير تردد المولد يتم تغيير سرعة الديزل حيث ان

سرعة الدوران n = ٦٠* التردد F / نصف عدد الاقطاب P

- مولد ٢ قطب تكون سرعة الديزل اللازمة لتوليد جهد بتردد ٥٠ هرتز

سرعة الدوران n = ٦٠* ٥٠ / ١=٣٠٠٠ لفة فى الدقيقة rpm

- مولد ٢ قطب تكون سرعة الديزل اللازمة لتوليد جهد بتردد ٦٠ هرتز

سرعة الدوران n = ٦٠* ٦٠ / ١=٣٦٠٠ لفة فى الدقيقة rpm

- مولد ٤ قطب تكون سرعة الديزل اللازمة لتوليد جهد بتردد ٥٠ هرتز

سرعة الدوران n = ٦٠* ٥٠ / ٢=١٥٠٠ لفة فى الدقيقة rpm

- مولد ٤ قطب تكون سرعة الديزل اللازمة لتوليد جهد بتردد ٦٠ هرتز

سرعة الدوران n = ٦٠* ٦٠ / ٢=١٨٠٠ لفة فى الدقيقة rpm

ليه يتم ذكر تردد المولد فى يافطة البيانات طالما يمكن زيادة سرعة الديزل او تقليلها بالتالى نغير التردد؟

اذا تم زيادة التردد ٥٠-٦٠ هرتز وزيادة الجهد تزيد قدرة المولد بنفس نسبة زيادة الجهد لذا لزما تحديد جهد وقدرة وتردد المولد على اليافطة حتى يمكن حساب قدرته وجهده عند زيادة التردد الى ٦٠ هرتز مثلا.....

الجهد عند ٥٠ هرتز عادة ٣٨٠-٤٤٠ فولت
اما الجهد عند ٦٠ هرتز عادة ٤٠٠-٤٨٠ فولت
المولد المصمم للعمل ٥٠ هرتز جهده يكون من ٣٨٠-٤٤٠ فولت
المولد اللى مصمم للعمل ٦٠ هرتز يكون جهده ٤٠٠-٤٨٠ فولت
لو تم تشغيل مولد ٥٠ هرتز كـ ٦٠ هرتز يجب زيادة الجهد بنفس نسبة زيادة التردد ٦٠/٥٠=١,٢ بالتالى يجب ان يكون الجهد ١,٢*٤٠٠=٤٨٠ ولكن اقصى جهد هو ٤٤٠ (٤٤٠/٤٠٠=١,١)
اى ان نسبة زيادة التردد ٢٠% والجهد ١٠% فقط

لو زودت التردد المعاوقة الحثية للمولد هتزيد طبعا عرفنا ان الافضل ان المقاومة تقل وعرفنا ان زيادتها بيسبب مشاكل اد ايه زيادة التردد هتزود معاه الجهد وتزيد القدرة (وكلنا عارفين ان بزيادة القدرة تقلل المعاوقة لكن هنا حثية المولد ثابتة بالتالى معاوقة المولد زادت لما زودنا التردد)

خطوات تغيير التردد

١. يتم تغيير السرعة للقيمة المطلوبة بواسطة الجفرنر
٢. يتم تغيير الديب سويتش او الجمبر الخاص بالتردد فى منظم الجهد Avr (لضبط حماية انخفاض التردد بمنظم الجهد)
٣. قياس جهد خرج المولد واعادة ضبطه حيث ان الجهد ينخفض بخفض التردد ويزيد بزيادة التردد
٤. ضبط ريلاى ارتفاع السرعة ان وجد

ملاحظات

- اذا تم تشغيل المولد على ٥٠ هرتز وحماية انخفاض التردد بمنظم الجهد ٦٠ هرتز فان المنظم سيقوم بخفض الجهد ظنا منه بانخفاض التردد
- اذا تم تشغيل المولد على ٦٠ هرتز وحماية انخفاض التردد بمنظم الجهد ٥٠ هرتز فان حماية انخفاض التردد تكون غير فعالة فى اداء وظيفتها
- تيار المولد ثابت فى حالة تغيير التردد
- جهد المولد يمكن زيادته بنسبة زيادة التردد (٦٠/٥٠=١,٢) اى يزيد الجهد بمقدار ٢٠% عند زيادة التردد من ٥٠ الى ٦٠ هرتز وذلك دون التسبب فى حدوث تشبع للقلب الحديدى iron saturation
- نتيجة ثبات امبير المولد وزيادة جهد المولد بمقدار ٢٠% عند زيادة التردد من ٥٠ الى ٦٠ هرتز فان قدرة المولد تزيد بمقدار ٢٠% حيث ان القدرة = جذر ٣ * الجهد *التيار
- اذا تم تثبيت جهد المولد ولم يتم زيادته بزيادة التردد تكون قدرة المولد ثابتة
- الامن ان يتم زيادة الجهد بمقدار ١٠% تقريبا بدلا من ٢٠% عند زيادة التردد من ٥٠ هرتز الى ٦٠ هرتز بالتالى تزيد قدرة المولد بمقدار ١٠%

- فى كتالوجات الشركات ستلاحظ ان قدرة المولد عند ٦٠هرتز اكبر من قدرته عند ٥٠ هرتز بمقدار ٢٠% للمولدات حتى قدرة ٢٠ كيلو فولت امبير(الجهد يزيد بمقدار ٢٠%) وتزيد بمقدار ١٠% فقط للمولدات الاكبر من ٢٠ كيلو فولت امبير (الفولت يزيد بمقدار ١٠%)

فى مولدات ستامفورد مثلا

قدرة المولدات ٢ قطب عند تشغيلها بتردد ٥٠ هرتز (اى بسرعة ٣٠٠٠ لفة /دقيقة) وجهد فى حالة توصيلة ستار ٣٨٠-٤١٥ فولت

Star 380V-415V
Parallel Star 190V-208V
Delta 220V-240V
50Hz/3000rpm
0.8 Power Factor

Winding 311	TEMPERATURE RISE									
	Standby 163/27		Standby 150/40		Continuous 125/40 (H)		Continuous 105/40 (F)		Continuous 80/40 (B)	
Model	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW
PI042D	13.8	11.0	13.5	10.8	12.5	10.0	11.5	9.2	10.0	8.0
PI042E	16.5	13.2	16.2	13.0	15.0	12.0	13.5	10.8	12.0	9.6
PI042F	19.3	15.4	18.9	15.1	17.5	14.0	16.0	12.8	14.0	11.2
PI042G	22.0	17.6	21.6	17.3	20.0	16.0	18.0	14.4	16.0	12.8
PI142D	27.5	22.0	27.0	21.6	25.0	20.0	22.5	18.0	20.0	16.0

قدرة المولدات ٢ قطب عند تشغيلها بتردد ٦٠ هرتز (اى بسرعة ٣٦٠٠ لفة /دقيقة) وجهد فى حالة توصيلة ستار ٣٨٠ فولت

Star 380V
Parallel Star 200V
Delta 220V
60Hz/3600rpm
0.8 Power Factor

Winding 311	TEMPERATURE RISE									
	Standby 163/27		Standby 150/40		Continuous 125/40 (H)		Continuous 105/40 (F)		Continuous 80/40 (B)	
Model	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW
PI042D	13.9	11.1	13.6	10.9	12.6	10.1	11.3	9.0	10.1	8.1
PI042E	16.7	13.4	16.4	13.1	15.2	12.2	13.6	10.9	12.2	9.8
PI042F	19.1	15.3	18.7	15.0	17.4	13.9	15.6	12.5	13.9	11.1
PI042G	22.1	17.7	21.7	17.4	20.1	16.1	18.1	14.5	16.1	12.9
PI142D	25.1	20.1	24.7	19.8	22.8	18.2	20.6	16.5	18.2	14.6

ستلاحظ ان قدرة المولد عند تشغيله بتردد ٥٠ هرتز تقريبا نفس قدرته عند تشغيله بتردد ٦٠ هرتز عند تثبيت الجهد عند ٣٨٠ فولت

قدرة المولدات ٢ قطب عند تشغيلها بتردد ٥٠ هرتز (اى بسرعة ٣٠٠٠ لفة /دقيقة) وجهد فى حالة توصيلة ستار ٣٨٠-٤١٥ فولت

Star 380V-415V
Parallel Star 190V-208V
Delta 220V-240V
50Hz/3000rpm
0.8 Power Factor

Winding 311	TEMPERATURE RISE									
	Standby 163/27		Standby 150/40		Continuous 125/40 (H)		Continuous 105/40 (F)		Continuous 80/40 (B)	
Model	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW
PI042D	13.8	11.0	13.5	10.8	12.5	10.0	11.5	9.2	10.0	8.0
PI042E	16.5	13.2	16.2	13.0	15.0	12.0	13.5	10.8	12.0	9.6
PI042F	19.3	15.4	18.9	15.1	17.5	14.0	16.0	12.8	14.0	11.2
PI042G	22.0	17.6	21.6	17.3	20.0	16.0	18.0	14.4	16.0	12.8
PI142D	27.5	22.0	27.0	21.6	25.0	20.0	22.5	18.0	20.0	16.0

قدرة المولدات ٢ قطب عند تشغيلها بتردد ٦٠ هرتز (اى بسرعة ٣٦٠٠ لفة /دقيقة) وجهد فى حالة توصيلة ستار ٤٤٠-٤٨٠ فولت

Star 440V-480V
Parallel Star 220V-240V
Delta 254V-277V
60Hz/3600rpm
0.8 Power Factor

Winding 311	TEMPERATURE RISE									
	Standby 163/27		Standby 150/40		Continuous 125/40 (H)		Continuous 105/40 (F)		Continuous 80/40 (B)	
Model	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW
PI042D	15.2	12.2	14.9	11.9	13.8	11.0	12.4	9.9	11.0	8.8
PI042E	18.3	14.6	17.9	14.3	16.6	13.3	14.9	11.9	13.3	10.6
PI042F	20.9	16.7	20.6	16.4	19.0	15.2	17.1	13.7	15.2	12.2
PI042G	24.2	19.4	23.8	19.0	22.0	17.6	19.8	15.8	17.6	14.1
PI142D	27.5	22.0	27.0	21.6	25.0	20.0	22.5	18.0	20.0	16.0

ستلاحظ ان قدرة المولد عند تشغيله بتردد ٦٠ هرتز اكبر من قدرته عند تشغيله بتردد ٥٠ هرتز بمقدار ١٠% تقريبا وذلك عند زيادة الجهد بمقدار ١٠% تقريبا (٤٤٠/٣٨٠ =١,١٦)

نفس الكلام السابق ينطبق على المولدات ٤ قطب

قدرة المولدات ٤ قطب عند تشغيلها بتردد ٥٠ هرتز (اى بسرعة ١٥٠٠ لفة /دقيقة) وجهد فى حالة توصيلة ستار ٣٨٠ فولت

Star 380V
Parallel Star 190V
Delta 220V
50Hz/1500rpm
0.8 Power Factor
1 of 2

Winding 311/312/12	TEMPERATURE RISE									
	Standby 163/27		Standby 150/40		Continuous 125/40 (H)		Continuous 105/40 (F)		Continuous 80/40 (B)	
Model	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW
PI044D	8.3	6.6	8.1	6.5	7.5	6.0	6.8	5.4	6.0	4.8
PI044E	11.0	8.8	10.8	8.6	10.0	8.0	9.1	7.3	8.0	6.4
PI044F	13.8	11.0	13.5	10.8	12.5	10.0	11.4	9.1	10.0	8.0
PI044G	16.5	13.2	16.2	13.0	15.0	12.0	13.7	11.0	12.0	9.6
PI044H	19.3	15.4	18.9	15.1	17.5	14.0	16.0	12.8	14.0	11.2
PI144D	22.0	17.6	21.5	17.2	20.0	16.0	18.2	14.6	16.0	12.8

قدرة المولدات ٤ قطب عند تشغيلها بتردد ٦٠ هرتز (اى بسرعة ١٨٠٠ لفة /دقيقة) وجهد فى حالة توصيلة ستار ٤٦٠ فولت

Star 460V
Parallel Star 230V
Delta 266V
60Hz/1800rpm
0.8 Power Factor
1 of 2

Winding 311/312/12	TEMPERATURE RISE									
	Standby 163/27		Standby 150/40		Continuous 125/40 (H)		Continuous 105/40 (F)		Continuous 80/40 (B)	
Model	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW
PI044D	10.0	8.0	9.8	7.8	9.1	7.3	8.2	6.6	7.3	5.8
PI044E	13.3	10.6	13.1	10.5	12.1	9.7	11.0	8.8	9.7	7.8
PI044F	16.7	13.4	16.4	13.1	15.2	12.2	13.8	11.0	12.1	9.7
PI044G	20.0	16.0	19.6	15.7	18.2	14.6	16.6	13.3	14.6	11.7
PI044H	23.3	18.6	22.9	18.3	21.2	17.0	19.4	15.5	17.0	13.6
PI144D	26.7	21.4	26.1	20.9	24.3	19.4	22.1	17.7	19.4	15.5

ستلاحظ ان قدرة المولد عند تشغيله بتردد ٦٠ هرتز اكبر من قدرته عند تشغيله بتردد ٥٠ هرتز بمقدار ٢٠% تقريبا وذلك عند زيادة الجهد بمقدار ٢٠% تقريبا (٤٦٠/٣٨٠ =١,٢)

ayman.yasser@ymail.com

الفصل السادس عشر
ATS
مفتاح التحويل الالى



مفتاح التحويل الالى ATS

هى دائرة هدفها التحويل أليا من مصدر الكهرباء الى المولد عند انقطاع المصدر ، والتحويل مرة اخرى الى المصدر بعد عودته
بمعنى، فى حالة وجود الكهرباء العمومية يكون الحمل (اى الاجهزة الكهربية) متصلة بالمصدر اى بالكهرباء العمومية وفى حالة انقطاع المصدر تقوم الدائرة بفصل الحمل عن المصدر واعطاء اشارة للمولد للعمل وبعد عمل المولد تقوم بتوصيل الحمل بكهرباء المولد، وحين تعود الكهرباء العمومية يتم فصل الحمل عن كهرباء المولد وتوصيله بكهرباء المصدر مرة اخرى ويتم اعطاء اشارة للمولد لكى يفصل
ليس شرط ان تنقطع الكهرباء العمومية لكى تعطى الدائرة اشارة لتشغيل المولد ، فمن المحتمل ان تكون الكهرباء العمومية متوفرة ولكن جهد المصدر اقل من الحدود المسموح بها او اكبر من الحدود المسموح بها لذا فى حالة وجود اى مشكلة بالمصدر يتم تشغيل المولد كالسابق تماما...



دائرة التحويل الآلى نوعين

- دائرة تحكم تقليدى classic control عبارة عن ريليهات وموقتات
- دائرة الكترونية

✓ دائرة الكترونية للتحويل الالى فقط حيث تقوم بارسال اشارة لوحدة او دائرة تشغيل المولد

✓ دائرة الكترونية لتشغيل المولد وبها خاصية التحويل الالى من المصدر للمولد

اولا دائرة التحكم التقليدى Classic control
تتكون من عدد من المؤقت الزمنى والريليهات والكونتكتورات ولمبات البيان وريلاى الحماية

مكونات مفتاح التحويل الالى ATS
دائرة القوى power

- كونتاكتور لتوصيل وفصل الحمل بالمصدر وكونتاكتور لتوصيل وفصل الحمل بالمولد او قاطع للمصدر وقاطع للمولد مزودين بألية لتوصيلهم وفصلهم ألياً ويكون بينهم انترلوك ميكانيكى وكهربى
- قاطع عمومى CB للحمل



دائرة التحكم control

- ريلاى فى حالة وجود مصدرين للكهرباء (كهرباء عمومى وكهرباء المولد) او اثنين ريلاى فى حالة وجود ثلاث مصادر للكهرباء
- ريلاى حماية للمصدر ضد سقوط فاز او انعكاس تتابع الفازات او انخفاض او ارتفاع الجهد phase sequence relay وريلاى حماية للمولد ضد انخفاض او ارتفاع الجهد وريلاى حماية للمولد ضد ارتفاع او انخفاض التردد
- مؤقت تأخير تشغيل كونتاكتور المصدر (لضمان استقرار الكهرباء اولا) on delay
- مؤقت تأخير تشغيل كونتاكتور المولد (لضمان استقرار كهرباء المولد اولا ، ولضمان تسخين المحرك!) on delay
- مؤقت تأخير فصل كونتاكتور المولد بعد عودة الكهرباء (لضمان استقرار كهرباء المصدر اولا) on delay
- مؤقت تأخير تشغيل المولد (ربما يكون انقطاع الكهرباء لحظى وستعود الكهرباء خلال هذا الزمن) off delay
- مؤقت تأخير فصل المولد (ليعمل المولد فترة بلاحمل لتبريد المولد) on delay
- لمبة بيان عمل كونتاكتور المصدر ولمبة بيان فصل كونتاكتور المصدر
- لمبة بيان عمل كونتاكتور المولد ولمبة بيان فصل كونتاكتور المولد
- لمبة بيان كهرباء المصدر (فى حالة وجه واحد) او ثلاث لمبات فى حالة ثلاث اوجه
- لمبة بيان كهرباء المولد (فى حالة وجه واحد) او ثلاث لمبات فى حالة ثلاث اوجه

اولا دائرة القوى

كما اوضحنا هى عبارة عن كونتاكتور للمصدر وكونتاكتور للمولد بينهم انترلوك ميكانيكى وكهربى وقاطع للحمل

قد يكون الكونتاكتور ٣ اطراف 3 pole وفى هذه الحالة يتم توصيل محايد (نيوترال) المولد والمصدر معا ويتم توصيلهم مباشرة بالحمل

قد يكون الكونتاكتور ٤ اطراف 4 pole وفى هذه الحالة يتم توصيل وفصل المحايد مع الفازات وهذا هو الافضل والامن

قد يكون القاطع ٣ اطراف 3 pole وفى هذه الحالة يتم توصيل المحايد مباشرة بالحمل

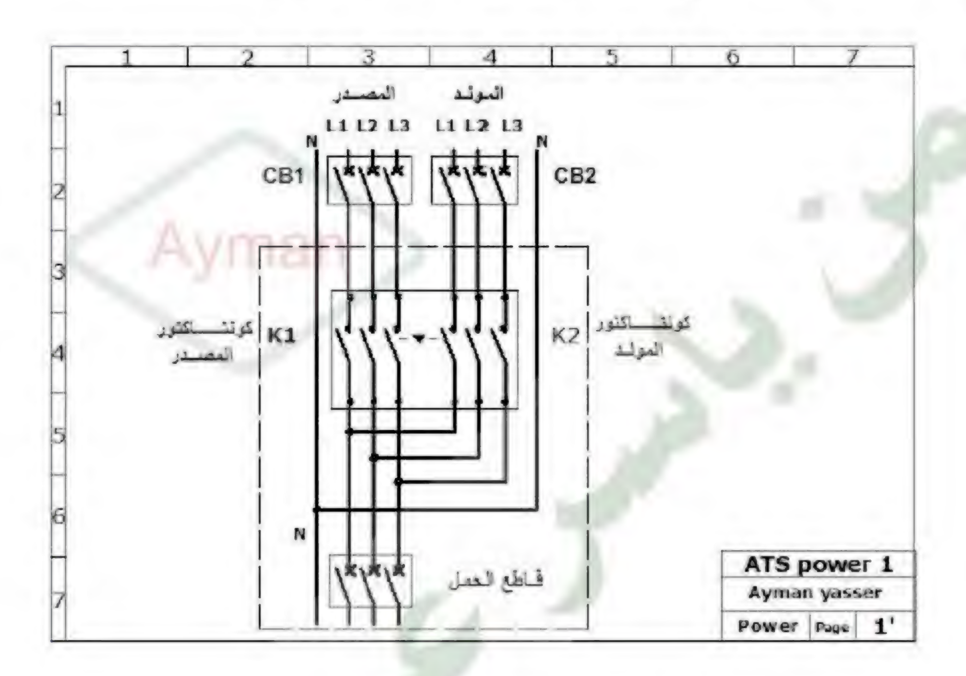
قد يكون القاطع ٤ اطراف 4 pole وفى هذه الحالة يتم توصيل وفصل المحايد مع الفازات





دائرة القوى ١

قاطع للحمل واثنين كونتاكتور ثلاثى الاطراف اى 3 pole
تم توصيل الطرف المحايد (نيوترال) المصدر والمولد معا مباشرة بالحمل مع ملاحظة وجود انترلوك ميكانيكى بين كونتاكتور المصدر والمولد لمنع تشغيلهم فى وقت واحد (يرمز له برمز مثلث مقلوب)



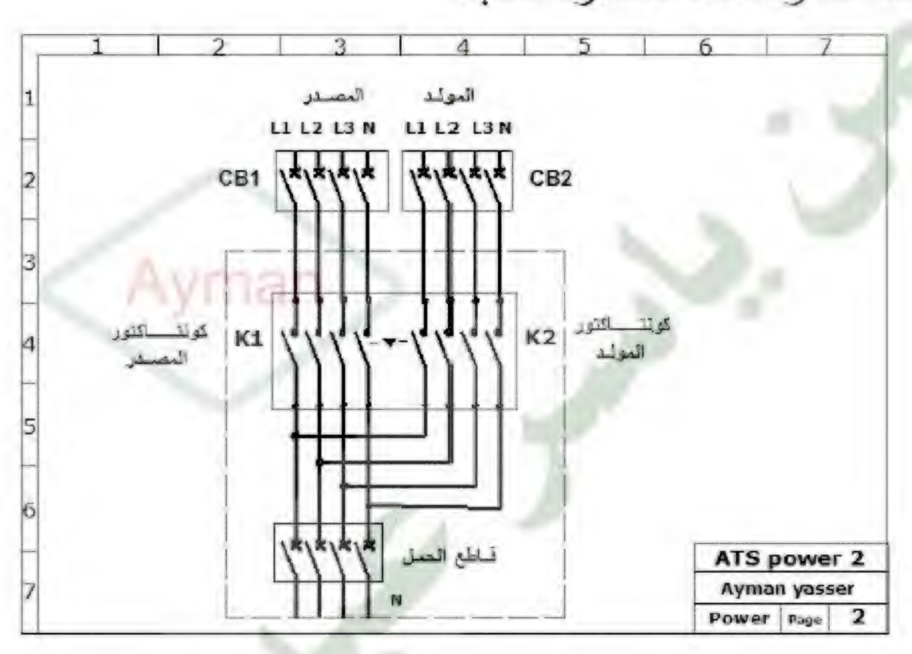
قاطع المصدر cb1 يكون بلوحة الكهرباء العمومية
قاطع المولد cb2 يكون بلوحة المولد
فى هذه الدائرة الحمل بالكامل يتم نقله من الكهرباء العمومية للمولد بالتالى يجب ان يكون المولد مصمم لتشغيل الاحمال بالكامل!!

- فى الوضع الطبيعى فان قاطع المولد والمصدر يكون فى وضع تشغيل بالتالى تكون نقاط التوصيل مغلقة لكلا من CB1 و CB2 ويفصل القاطع اليا فى حالة حدوث قصر
- فى حالة وجود كهرباء المصدر فان دائرة التحكم تقوم بتشغيل كونتاكتور المصدر K1 بالتالى يغلق الكونتاكتور نقاطه ويصل للحمل كهرباء عبر CB1 و K1

- فى حالة انقطاع كهرباء المصدر فان دائرة التحكم تقوم بفصل كونتاكتور المصدر K1 وتشغيل المولد وتشغيل كونتاكتور المولد K2 بالتالى يغلق الكونتاكتور نقاطه ويصل للحمل كهرباء عبر CB2 و K2
- فى حالة عودة كهرباء المصدر تقوم دائرة التحكم بفصل كونتاكتور المولد وتوصيل كونتاكتور المصدر ويتم فصل المولد بالتالى يصل للحمل كهراء عبر CB1 و K1

دائرة القوى ٢

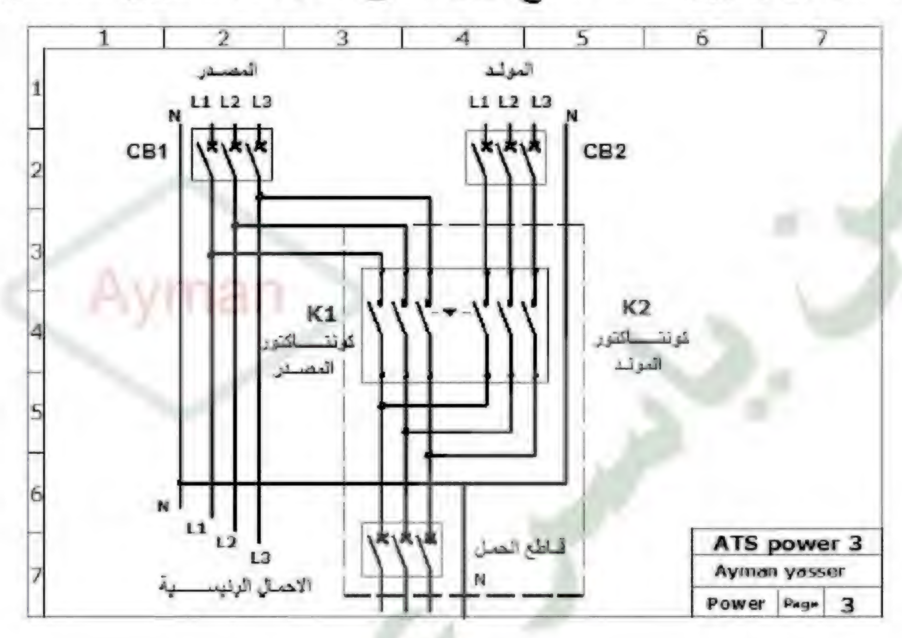
قاطع للحمل واثنين كونتاكتور ٤ اطراف 4 pole
يتم توصيل وفصل الطرف المحايد (النيوترال) مع الثلاث فاز وهذا هو الافضل والامن
دائما وابدا يوجد انترلوك ميكانيكى بين كونتاكتور المصدر والمولد لمنع تشغيلهم فى وقت واحد (يرمز له برمز مثلث مقلوب)
تعمل هذه الدائرة تماما كالدائرة السابقة



فى هذه الدائرة فان الحمل بالكامل يتم نقله من الكهرباء العمومية الى المولد بالتالى يجب ان يكون المولد مصمم لتشغيل الاحمال بالكامل!!
ايضا قد يكون قاطع المصدر وقاطع المولد وقاطع الحمل ٣ اطراف 3pole ويتم استخدام عدد اثنين كونتاكتور ٤ اطراف لتوصيل وفصل الكهرباء والطرف المحايد وهذا ارخص

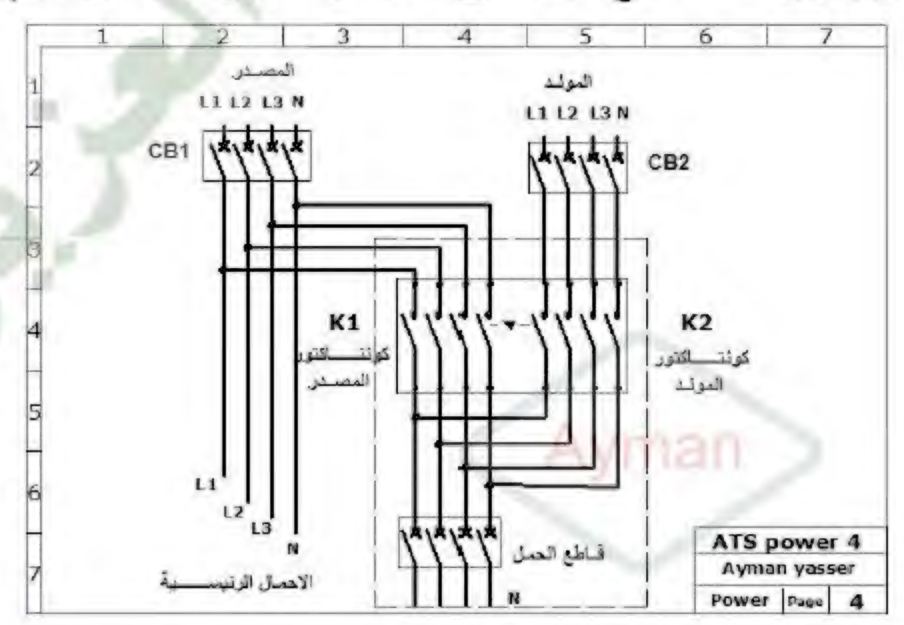
دائرة القوى ٣

فى هذه الدائرة تم توصيل جزء من الاحمال (احمال الطوارىء) بدائرة التحويل الالى ATS
بالتالى يكون المولد مصمم لتشغيل احمال الطوارىء فقط وليس الاحمال الكلية (يفضل ان يكون هناك قاطع CB على دخل كونتاكتور المصدر)



دائرة القوى ٤

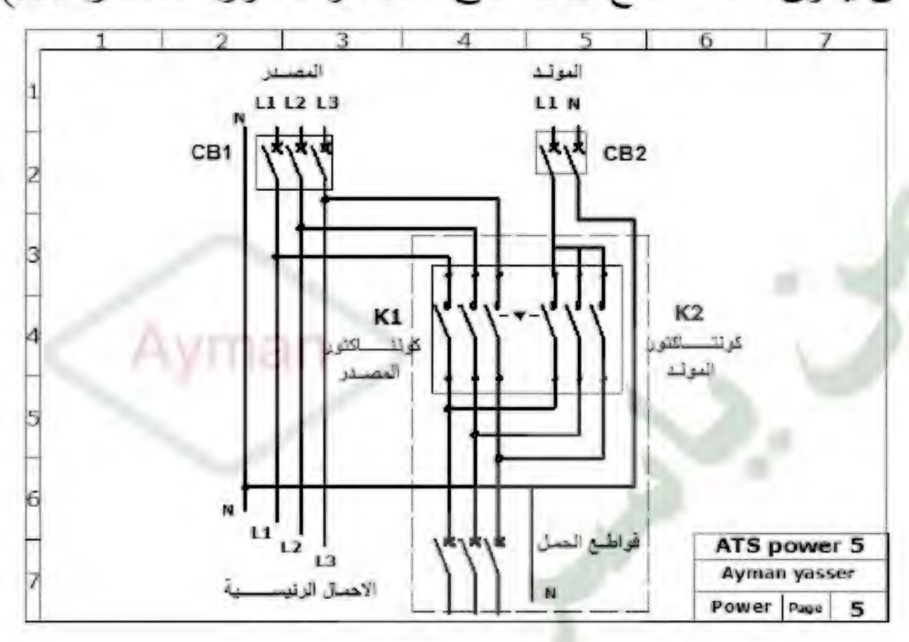
نفس الدائرة السابقة لكن باستخدام كونتاكتور وقاطع ٤ طرف
(يفضل ان يكون هناك قاطع CB على دخل كونتاكتور المصدر K1)



دائرة القوى ٥

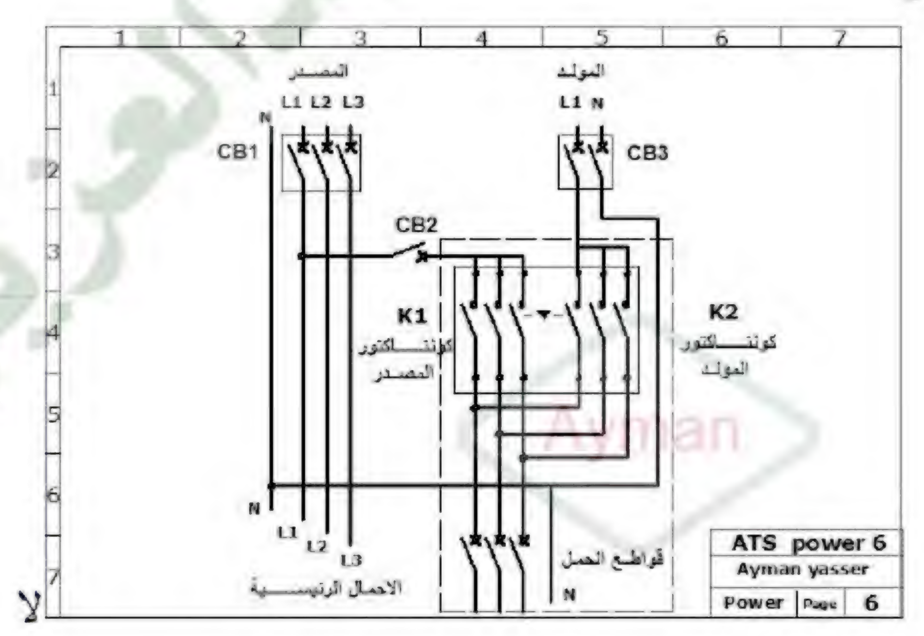
مولد احادى الوجه يقوم بتغذية احمال الطوارىء وهى احمال احادية الوجه موزعة على ثلاث فاز من المصتدر

(يفضل ان يكون هناك قاطع CB على دخل كونتاكتور المصدر K1)



دائرة القوى ٦

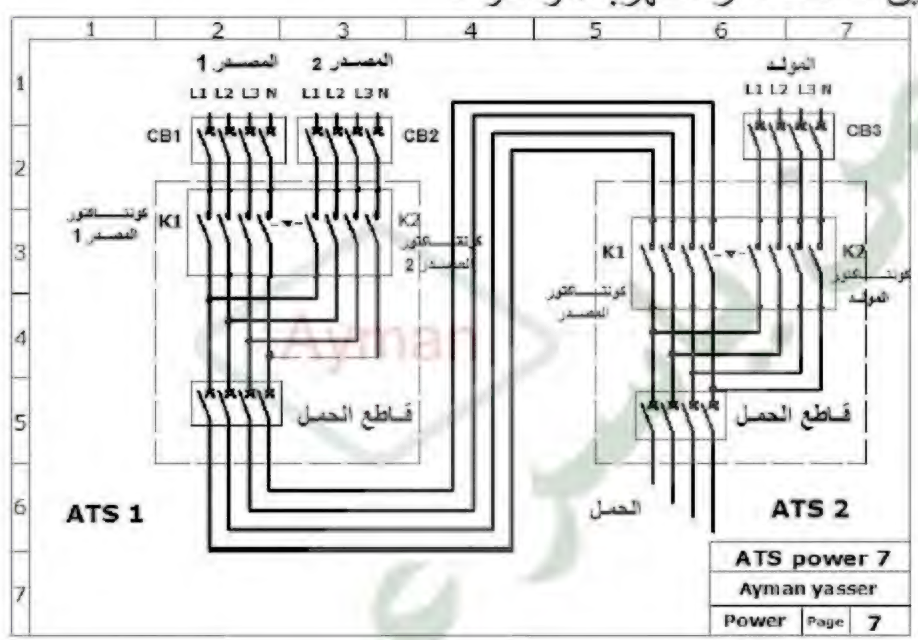
نفس الدائرة السابقة ولكن يتم تغذية احمال الطوارىء بواسطة فاز واحد من المصدر



دائرة القوى ٧

استخدام عدد اثنين دائرة تحويل ألى بين مصدرين للتحويل بين ثلاث مصادر

استخدام مفتاح تحويل الى بين مصدرين للتحويل بين مصدرين للكهرباء العمومية وخرج هذه الدائرة يتم توصيله بدائرة اخرى للتحويل الالى بين مصدرين هما مصدر الكهرباء والمولد



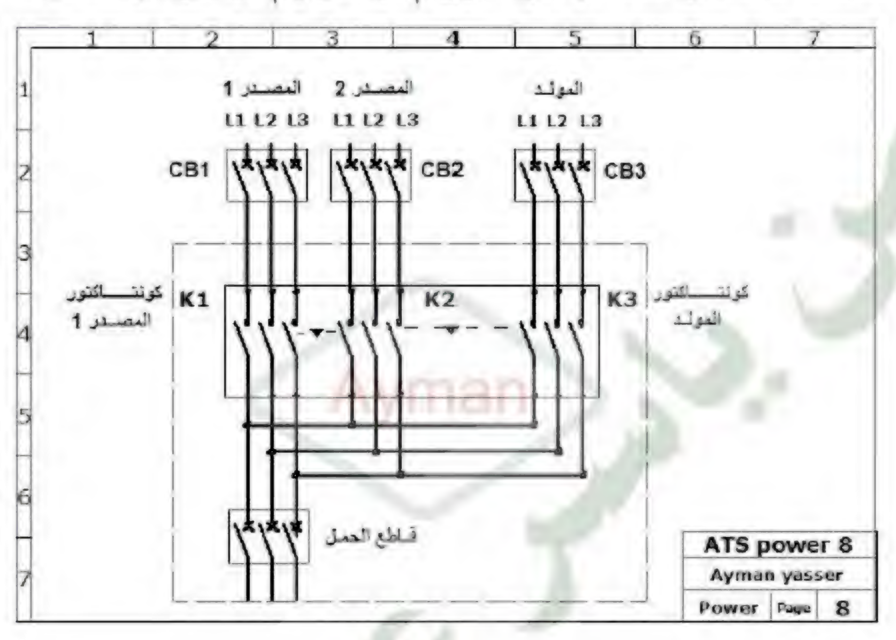
ميزة استخدام هذه الطريقة هى سهولة تتبع العطل

يجب ضبط مؤقتات دائرة التحويل الثانية بزمن تأخير عن ازمنة دائرة التحكم الاولى لضمان عدم تشغيل المولد الا بانقطاع مصدرى الكهرباء!

بمعنى ازمنة مؤقتات الدائرة الثانية تكون اكبر من ازمنة مؤقتات الدائرة الاولى

يمكن الاستغناء عن قاطع الحمل بدائرة التحويل الألى الاولى ATS1

دائرة القوى ٨
دائرة تحويل ألى بين ثلاث مصادر سواء مصدرين للكهرباء العمومية ومولد او مصدر للكهرباء العمومية ومولدين
تم استخدام قاطع وكونتاكتور ثلاث اطراف بالتالى يتم توصيل الطرف المحايد للثلاث مصادر معا مباشرة ويتم توصيلهم مباشرة بالحمل

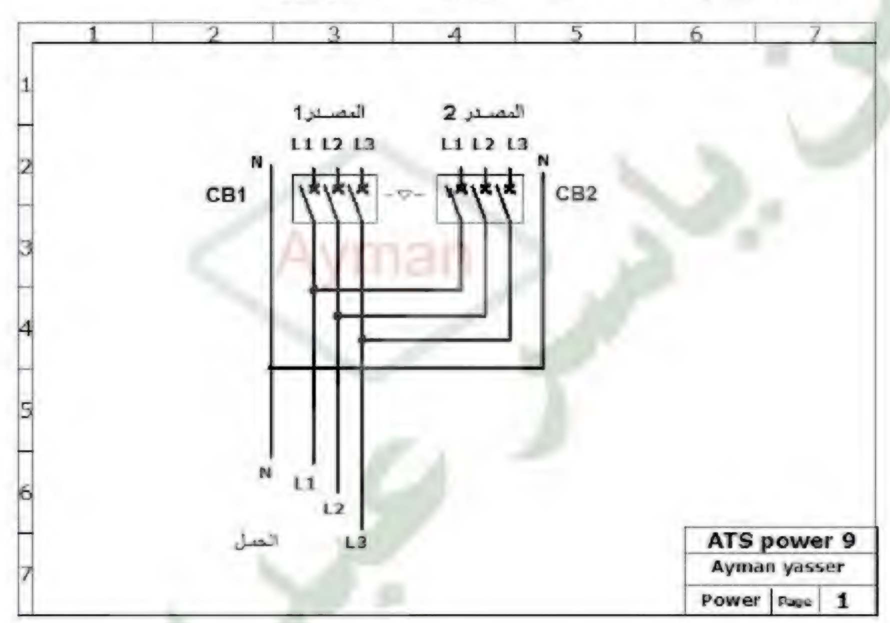


الافضل بالطبع استخدام قاطع وكونتاكتور ٤ اطراف ويتم توصيل وفصل المحايد والثلاث فاز معا
الحمل بالكامل يتم نقله الى المولد بالتالى يجب ان يكون المولد مصمم لتحمل قدرة الحمل كاملا
يمكن توصيل احمال الطواريء فقط على دائرة التحويل الالى وفى هذه الحالة يصمم المحرك لتحمل قدرة احمال الطوارىء فقط

دائرة القوى ٩

بدلا من استخدام اثنين كونتاكتور يتم استخدام القاطع نفسه للتوصيل والفصل حيث ان اغلب القواطع الحديثة يمكن التحكم فيها أليا لتوصيل او فصل القاطع باشارة كهربية

يتم استخدام اثنين قاطع ٣ اطراف او ٤ اطراف ويجب ان يكون بين القاطعين انترلوك ميكانيكى وانترلوك كهربى بالتالى يجب ان يكون القاطعين من نفس الماركة (حتى نستطيع تركيب الانترلوك الميكانيكى) ولو من ماركة مختلفة يتم الاكتفاء بالانترلوك الكهربى



بدلا من ان تقوم الدائرة بالتحكم فى توصيل وفصل الكونتاكتور ، تقوم بالتحكم فى توصيل وفصل القاطع

لايفضل ان يتم توصيل وفصل القاطع على حمل حيث ان ذلك يقلل من عمره الافتراضى ، لذا يفضل فصل الاحمال الكهربية اولا قبل فصل القاطع الرئيسى ولهذا السبب بالذات فان هذه الطريقة تكون مفضلة فى حالة وجود مصدرين للكهرباء العمومية.

اذا انقطع مصدر الكهرباء الاول يتم فصل القاطع الاول (بالتالى تم فصل القاطع بلا حمل) ويتم توصيل القاطع الثانى (يكون ايضا بلا حمل تقريبا، لان بقطع الكهرباء تتوقف الاحمال ولن تعمل الا بقيام المشغل بتشغيلها يدويا لانها عادة تعمل بواسطة مفتاح لحظى للتشغيل ومفتاح لحظى للايقاف)

اذا انقطع المصدر الثانى يتم فصل القاطع الثانى (بالتالى الفصل يكون بلا حمل) وتوصيل القاطع الاول (يكون ايضا بلا حمل فبقطع الكهرباء تتوقف الاحمال ولن تعمل الا بتشغيلها يدويا مرة اخرى)

عادة يتم تشغيل الاحمال الصناعية عبر مفتاح لحظى للتشغيل ومفتاح لحظى للايقاف فاذا انقطعت الكهرباء توقفت المعدة ولن تعمل الا اذا عادت الكهرباء مرة اخرى وضغط المشغل على زر التشغيل

اذا تم تشغيل المعدة بواسطة مفتاح تشغيل عادى (سلكتور) للتشغيل والايقاف فستعمل المعدة فورا بمجرد عودة الكهرباء وهذا غير أمن، فقد يعرض حياة المشغل او العامل للخطر ان عملت المعدة فجأة بدون سابق انزار...

اذا تم استخدام هذه الطريقة للتبديل بين مصدر كهرباء عمومى والمولد
فى حالة انقطاع كهرباء المصدر
سيفصل القاطع بدون حمل وسيتم تشغيل المولد وبعد عمل المولد بزمن سيتم توصيل قاطع المولد ويكون ايضا بلا حمل لان الاحمال تتوقف بقطع الكهرباء ويجب تشغيلها يدويا كما اوضحنا
فى حالة عودة المصدر مرة اخرى
سيتم فصل قاطع المولد والمولد مازال يعمل بالتالى الفصل تم على حمل، ويتم توصيل قاطع المصدر ويكون ذلك بدون حمل لان الاحمال توقفت بقطع الكهرباء ويجب تشغيلها يدويا ،ثم يتم فصل المولد بعد مرور زمن التبريد

دائرة التحكم control

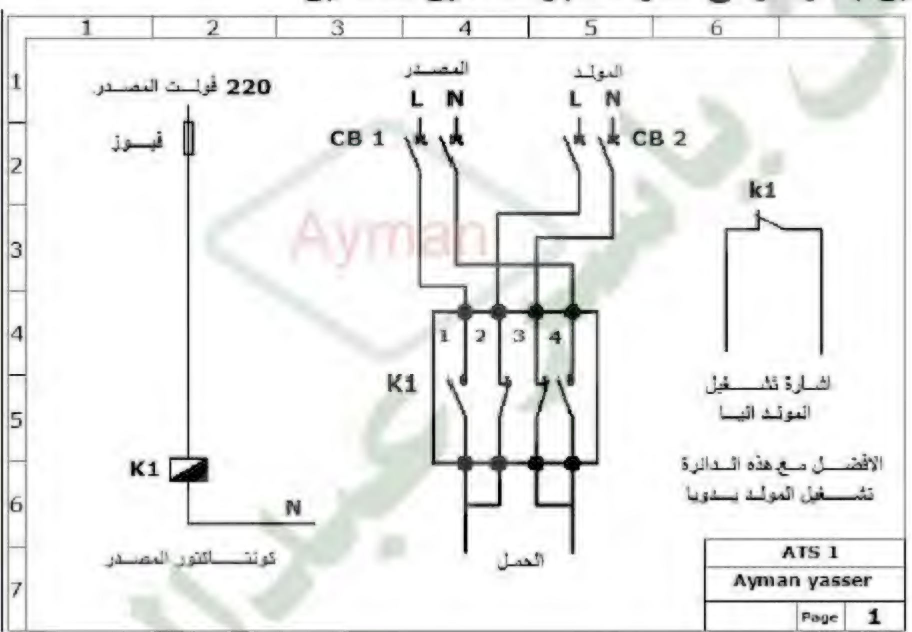
- ريلاى فى حالة وجود مصدرين للكهرباء (كهرباء عمومى وكهرباء المولد) او اثنين ريلاى فى حالة وجود ثلاث مصادر للكهرباء
- مؤقت تأخير تشغيل كونتاكتور المصدر (لضمان استقرار الكهرباء اولا) on delay
- مؤقت تأخير تشغيل كونتاكتور المولد (لضمان استقرار كهرباء المولد اولا) on delay
- مؤقت تأخير فصل كونتاكتور المولد بعد عودة الكهرباء (لضمان استقرار كهرباء المصدر اولا) on delay
- مؤقت تأخير تشغيل المولد (ربما يكون انقطاع الكهرباء لحظى وستعود الكهرباء خلال هذا الزمن) off delay
- مؤقت تأخير فصل المولد (ليعمل المولد فترة بلاحمل لتبريد المولد) on delay
- لمبة بيان عمل كونتاكتور المصدر ولمبة بيان فصل كونتاكتور المصدر
- لمبة بيان عمل كونتاكتور المولد ولمبة بيان فصل كونتاكتور المولد
- لمبة بيان كهرباء المصدر (فى حالة وجه واحد) او ثلاث لمبات فى حالة ثلاث اوجه
- لمبة بيان كهرباء المولد (فى حالة وجه واحد) او ثلاث لمبات فى حالة ثلاث اوجه
- لمبة بيان عبر نقطة مغلقة من ريلاى الحماية الخاص بالمصدر
- لمبة بيان عبر نقطة مغلقة من ريلاى الحماية الخاص بالمولد
-

دائرة التحكم والقدرة ١-١

ابسط دائرة تحويل ألى ATS على الاطلاق وايضا الارخص سعرا والاقل اماناً....

تستخدم فى حالة مصدر الكهرباء وجه واحد فقط ، فتستخدم احيانا فى المنازل او المحال التجارية، كما تستخدم بصورة اساسية لتغذية دائرة التحكم فى القواطع فى دوائر التحويل الالى الاخرى وستشرح لاحقا بالتفصيل...

عبارة عن كونتاكتور بلوك يتم توصيل طرفى مصدر الكهرباء عبر نقطتين مفتوحتين به وطرفى المولد عبر نقطتين مغلقتين



- فى حالة وجود كهرباء عمومية يعمل كويل الكونتاكتور K1 بالتالى يعكس الكونتاكتور نقاطه فتصبح النقاط ٢ و ٣ مفتوحتين ، والنقاط ١ و ٤ مغلقتين بالتالى يتصل الحمل بالكهرباء العمومية عبر النقطتين رقم ١ و ٤
- فى حالة انقطاع الكهرباء يفصل الكونتاكتور بالتالى تعود نقاطه لوضعها الاصلى بالتالى تعود النقطتين ١ و ٤ مفتوحتين وتعود النقطتين ٢ و ٣ مغلقتين، بالتالى يكون الحمل متصل بالمولد عبر النقطتين ٢ و ٣

- يجب ان تتحمل نقاط الكونتاكتور ١و ٢ و ٣ و ٤ تيار الحمل...
- يمكن استخدام نقطة وضع طبيعى مغلق NC من الكونتاكتور لتشغيل المولد أليا عند انقطاع الكهرباء، مع العلم انه من الافضل فى هذه الدائرة تشغيل المولد يدويا حتى لا يبدء المولد العمل بوجود حمل...

عيوب الدائرة

- تستخدم مع منبع وجه واحد فقط
- لايوجد زمن تأخير لتشغيل كونتاكتور المصدر بالتالى بمجرد عودة الكهرباء سيعمل الكونتاكتور ويتصل الحمل بالكهرباء العمومية ، فاذا كانت الكهرباء غير مستقرة وانقطعت مرة اخرى سيفصل الكونتاكتور مرة اخرى وهذا التوصيل والفصل للكهرباء يسبب ضررا على الاحمال الكهربية
- لا يوجد زمن تأخير لتشغيل كونتاكتور المولد بالتالى بأنقطاع كهرباء المصدر سيتصل الحمل مباشرة بالمولد لذا يفضل ان يتم تشغيل المولد يدويا ، فاذا تم تشغيل المولد ألياً سيكون الحمل متصل بالمولد لحظة البدء مما يتسبب فى فشل بدء المولد او فصل القاطع او ضرر للاحمال لان كهرباء المولد تزيد تدريجيا حتى الجهد المقنن بالتالى ستعمل الاحمال لثوانى بجهد منخفض....
- لا يوجد زمن تأخير بين فصل الحمل من المولد وتوصيله على المصدر فبمجرد عودة المصدر سيعمل الكونتاكتور ويتصل الحمل بالمصدر فى نفس لحظة فصل الحمل عن المولد وهذا يسبب الضرر للكثير من الاحمال التى تطلب زمن بين فصل الكهرباء وتوصيلها مثل اجهزة التبريد والتكييف
- يوجد قصر لحظى اثناء فصل الكهرباء عن المولد وتوصيل الكهرباء للمصدر العمومى

- يعمل الكونتاكتور فى حالة وجود المصدر مما يعنى انه سيعمل دائما تقريبا بالتالى عمره الافتراضى سيقل وعاجلا ام اجلا سيصدر طنين او زنة فيكون مصدر للازعاج!!

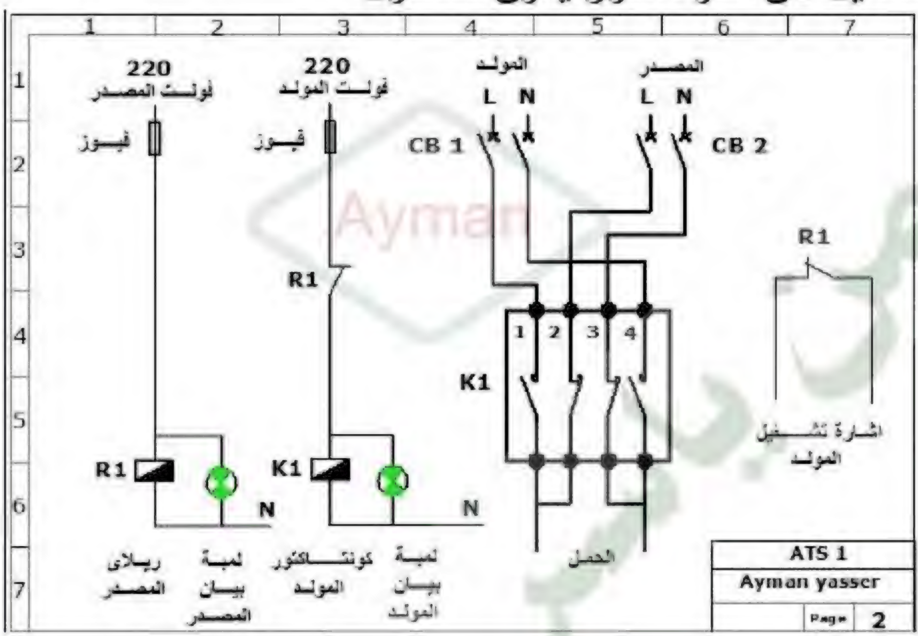
ملحوظة

- جهد كويل الكونتاكتور يجب ان يساوى جهد المصدر ، فان كان المصدر ٢٢٠ فولت يجب ان يكون كويل الكونتاكتور ٢٢٠ فولت!!
- يجب استخدام كونتاكتور بلوك حيث تكون نقاطه الرئيسية عبارة عن نقطتين مفتوحتين ونقطتين مغلقتين ، ويجب ان تتحمل نقاطه تيار الحمل كما اوضحنا
- لايجب ان تستخدم الكونتاكتور العادى (المزود بثلاث نقاط رئيسية مفتوحة) واستخدام نقطتى تحكم مغلقتين لان تيار الكونتاكتور المقنن تتحمله النقاط الرئيسية فقط وهى فى هذه الحالة ثلاث نقاط مفتوحة اما النقاط المساعدة او نقاط التحكم فهى مصممة لتحمل تيار منخفض للتحكم فقط

فى حالة استخدامها لتغذية دائرة التحكم فى القواطع فان العيوب السابقة لن تكون موجودة لان قدرة دائرة التحكم تكون صغيرة جدا.....

دائرة التحكم والقدرة ١-٢

نفس الدائرة السابقة ولكن الحمل يتصل بالمصدر عبر نقطة مغلقة من الكونتاكتور بالتالى العمر الافتراضى يكون اكبر وايضا لا يكون هناك زنة اثناء التشغيل لان الكونتاكتور يكون مفصول



فى حالة وجود كهرباء عمومية سيعمل الريلاى R1 بالتالى تنعكس نقاط الريلاى بالتالى تفتح نقطة الريلاى المغلقة R1 فى سكة تشغيل الكونتاكتور K1 بالتالى يفصل الكونتاكتور ويظل فاصل بالتالى يتصل الحمل بالمصدر عبر النقاط ٢ و ٣

فى حالة انقطاع الكهرباء العمومية سيفصل الريلاى R1 بالتالى تعود نقاطه لوضعها الطبيعى بالتالى تعود النقطة R1 الى وضعها الطبيعى مغلقة NC بالتالى سيعمل الكونتاكتور K1 فى حالة وجود كهرباء المولد

بواسطة نقطة اخرى وضع طبيعى مغلق NC من الريلاى R1 سيتم تشغيل المولد ألياُ

بعد ان يعمل المولد سيكون هناك جهد كافى لتشغيل الكونتاكتور K1 عبر النقطة المغلقة من الريلاى R1 بالتالى يعكس الكونتاكتور نقاطه بالتالى تصبح النقاط ٢ و ٣ مفتوحتين والنقاط ١ و ٤ مغلقتين ويتصل الحمل من خلالهم بالمولد

فى حالة عودة كهرباء المصدر سيعمل الريلاى R1 وسينعكس وضع نقاطه بالتالى تفتح النقطة المغلقة المستخدمة لتشغيل المولد فيتوقف وايضا تفتح النقطة المغلقة فى سكة الكونتاكتور K1 فيفصل فتعود نقاطه لوضعها الطبيعى اى النقطتين ١ و ٤ مفتوحتين والنقطتين ٢ و ٣ مغلقتين ويتصل الحمل من خلالهم بالمصدر

المميزات

- بساطة التركيب ورخص الثمن
- يمكن تشغيل المولد ألياً حيث ان الحمل لن يتصل بالمولد الا اذا عمل المولد وكان هناك جهد كافى لتشغيل كونتاكتور المولد K1 (سمى بكونتاكتور المولد لانه اذا عمل الكونتاكتور اتصل الحمل بالمولد!!)
- عمر افتراضى اكبر للكونتاكتور لانه يعمل فقط فى فترة انقطاع الكهرباء
- قلة الضوضاء لان الكونتاكتور يكون مفصول فى حالة وجود كهرباء المصدر (على الرغم ان الريلاى قد يسبب هو الاخر زنة خخخخ)

العيوب

- تستخدم مع منبع وجه واحد فقط
- لايوجد مؤخر زمنى لتأخير لتشغيل كونتاكتور المصدر بالتالى بمجرد عودة الكهرباء سيعمل الكونتاكتور ويتصل الحمل بالكهرباء العمومية ، فاذا كانت الكهرباء غير مستقرة وانقطعت مرة اخرى سيفصل الكونتاكتور مرة اخرى وهذا التوصيل والفصل للكهرباء يسبب ضررا على الاحمال الكهربية
- لا يوجد مؤخر زمنى لتأخير لتشغيل كونتاكتور المولد بالتالى بأنقطاع كهرباء المصدر سيتصل الحمل مباشرة بالمولد بمجرد وجود جهد خرج كافى للمولد لتشغيل الكونتاكتور، فمن الافضل تأخير تشغيل

كونتاكتور المولد حتى يعمل المولد لزمن بلاحمل لضمان استقرار كهرباء المولد ولتسخين محرك الديزل قبل تطبيق الحمل الكهربى!

- لا يوجد مؤخر زمنى بين فصل الحمل من المولد وتوصيله على المصدر فبمجرد عودة المصدر سيعمل الكونتاكتور ويتصل الحمل بالمصدر فى نفس لحظة فصل الحمل عن المولد وهذا يسبب الضرر للكثير من الاحمال التى تطلب زمن بين فصل الكهرباء وتوصيلها مثل اجهزة التبريد والتكييف
- يوجد قصر لحظى اثناء فصل الكهرباء عن المولد وتوصيل الكهرباء للمصدر العمومى

دائرة التحكم ٢ـ١

تم استخدام اثنين كونتاكتور ، كونتاكتور لتوصيل وفصل الحمل بالمصدر وكونتاكتور لتوصيل وفصل الحمل بالمولد ويوجد بينهم انترلوك ميكانيكى وكهربى

الانترلوك الكهربى عبارة عن نقطة مغلقة من كونتاكتور المولد فى سكة تشغيل كونتاكتور المصدر ونقطة مغلقة من كونتاكتور المصدر فى سكة تشغيل كونتاكتور المولد بالتالى لن يعمل الاثنين كونتاكتور معا



بسبب وجود الانترلوك الكهربى نحتاج الى اضافة ريلاى لكى نستطيع فصل كونتاكتور المولد عند عودة الكهرباء ثم تشغيل كونتاكور المصدر

فى حالة وجود الكهرباء العمومية سيعمل الريلاى R بالتالى يعكس نقاطه

- يغلق نقطته المفتوحة فى سكة تشغيل كونتاكتور المصدر K1 فيعمل (اذا كان كونتاكور المولد مفصول)
- ويفتح نقطته المغلقة فى سكة تشغيل كونتاكتور المولد K2 فيفصل (ان كان يعمل!)
- يفتح نقطته المغلقة المستخدمة لتشغيل المولد بالتالى يتوقف المولد (ان كان يعمل)

فى حالة انقطاع المصدر يفصل الريلاى R بالتالى تعود نقاطه لوضعها الطبيعى

- تعود نقطته فى سكة الكونتاكتور الى وضعها الطبيعى مفتوح فيفصل كونتاكتور المصدر
- تعود نقطته المستخدمه لتشغيل المولد ألیا الى وضع طبيعى مغلق بالتالى يعمل المولد
- تعود نقطته فى سكة تشغيل كونتاكور المولد الى وضعها الطبيعى مغلق بالتالى يعمل الكونتاكتور بعد عمل المولد ووجود جهد كافى

بعد عمل المولد يعمل كونتاكتور المولد بالتالى يصل الحمل بكهرباء المولد وايضا يفتح الكونتاكتور نقطته المغلقة فى سكة تشغيل كونتاكتور المصدر ليمنع عمله فى حالة عودة الكهرباء (حتى لا يحدث قصر)

بعد عودة المصدر يعمل الريلاى R بالتالى يعكس نقاطه

- يغلق نقطته المفتوحة فى سكة تشغيل كونتاكتور المصدر ولن يعمل الكونتاكتور لان نقطة K2 مفتوحة
- يفتح نقطته المغلقة فى سكة تشغيل كونتاكتور K2 المولد فيفصل
- يفتح نقطته المغلقة المستخدمة لتشغيل المولد فيتوقف

بعد فصل كونتاكتور المولد تعود نقطته فى سكة تشغيل كونتاكتور المصدر الى وضعها الطبيعى مغلق بالتالى يعمل كونتاكتور المصدر ويصل الحمل بكهرباء المصدر وايضا يفتح نقطته المغلقة فى سكة كونتاكتور المولد ليمنع تشغيله (حتى لا يحدث قصر!)

فى حالة الرغبة فى فصل دائرة التحويل الالى يتم فصل فيوز المولد بالتالى تتوقف الدائرة ، وايضا يجب وضع المولد على وضع الايقاف حتى لايعمل ألیا بواسطة النقطة المغلقة من الريلاى
فى حالة الرغبة فى فصل الحمل كلياً ، يتم فصل فيوز المصدر وفيوز المولد

فى حالة الرغبة فى أختبار الدائرة ، يتم فصل فيوز المصدر والتأكد من عمل المولد وعمل كونتاكتور المولد، ثم توصيل فيوز المصدر مرة أخرى والتأكد من فصل المولد وفصل كونتاكتور المولد وعمل كونتاتور المصدر

مميزات الدائرة

- يمكن استخدامها فى حالة مصدر ثلاث اوجه او وجه واحد
- اكثر امانا من استخدام كونتاكتور واحد

الكونتاكتور المستخدم فى هذه الدائرة واى دائرة تالية هو كونتاكتور عادى به ثلاث نقاط رئيسية مفتوحة للتوصيل والفصل ونقاط مساعدة لعمل انترلوك كهربى او لتوصيل لمبات بيان

عيوب الدائرة

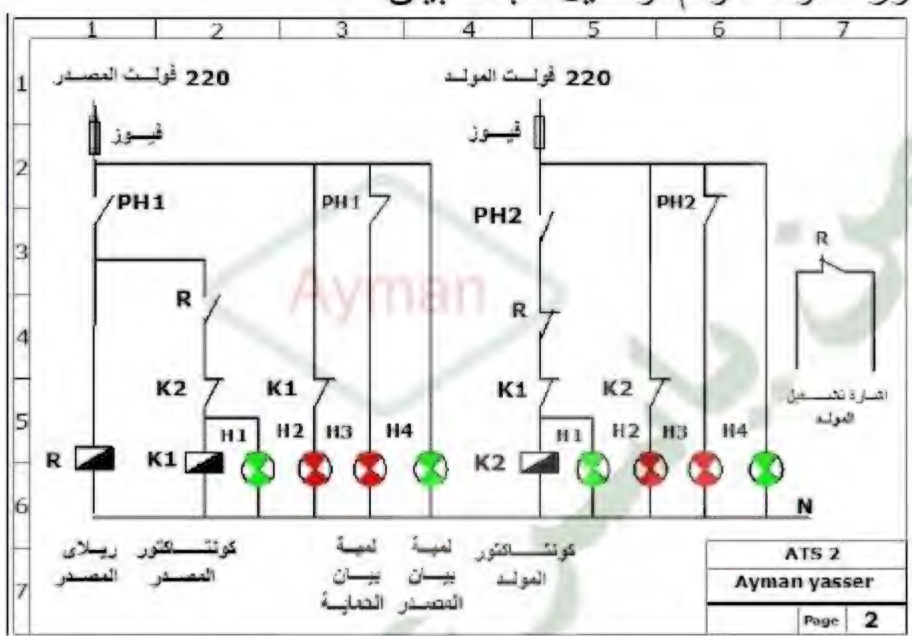
- لايوجد مؤخر زمنى لتأخير لتشغيل كونتاكتور المصدر بالتالى بمجرد عودة الكهرباء سيعمل الكونتاكتور ويتصل الحمل بالكهرباء العمومية ، فاذا كانت الكهرباء غير مستقرة وانقطعت مرة اخرى سيفصل الكونتاكتور مرة اخرى وهذا التوصيل والفصل للكهرباء يسبب ضررا على الاحمال الكهربية
- لا يوجد مؤخر زمنى لتأخير لتشغيل كونتاكتور المولد بالتالى بأنقطاع كهرباء المصدر سيتصل الحمل مباشرة بالمولد وبمجرد وجود جهد خرج كافى للمولد لتشغيل الكونتاكتور، فمن الافضل تأخير تشغيل كونتاكتور المولد حتى يعمل المولد لزمن بلاحمل لضمان استقرار كهرباء المولد ولتسخين محرك الديزل قبل تطبيق الحمل الكهربى!
- لا يوجد مؤخر زمنى بين فصل الحمل من المولد وتوصيله على المصدر فبمجرد عودة المصدر سيعمل الكونتاكتور ويتصل الحمل بالمصدر فى نفس لحظة فصل الحمل عن المولد وهذا يسبب الضرر

للكثير من الاحمال التى تطلب زمن بين فصل الكهرباء وتوصيلها مثل اجهزة التبريد والتكييف

- يوجد قصر لحظى اثناء فصل الكهرباء عن المولد وتوصيل الكهرباء للمصدر العمومى
- لايوجد مؤخر زمنى لتأخير تشغيل المولد فى حالة انقطاع المصدر فربما يكون الانقطاع لحظى..
- لايوجد مؤخر زمنى لتأخير فصل المولد بعد عودة الكهرباء لضمان ان يعمل المولد بلا حمل لتبريده

دائرة التحكم ٢-٢

نفس الدائرة السابقة لكن تم اضافة نقطة مفتوحة من ريلاى حماية المصدر فاز سيكونس فى سكة تشغيل ريلاى المصدر وكونتاكتور المصدر
كما تم توصيل نقطة مفتوحة من ريلاى حماية المولد فى سكة تشغيل كونتاكتور المولد ، وتم توصيل لمبات بيان



فى حالة كان تتابع فازات المصدر صح وكان جهد المصدر فى الحدود المسموح بها سيغلق ريلاى الحماية PH1 نقطته المفتوحة فى سكة تشغيل ريلاى وكونتاكتور المصدر بالتالى يعمل الريلاى R والكونتاكتور K1 ويتصل الحمل بالمصدر
فى حالة انقطاع المصدر او ان الكهرباء موجودة ولكن ليست بالحدود المسموح بها (الجهد منخفض او مرتفع او انعكاس تتابع الفازات) سيفصل ريلاى الحماية نقطته PH1 بالتالى تعود مفتوحة بالتالى يفصل الريلاى والكونتاكتور K1
بفصل الريلاى والكونتاكتور K1 سيعمل المولد بواسيطة نقطة مغلقة من الريلاى وبعد عمل المولد ووصول جهد المولد للقيم المظبوط بها ريلاى الحماية سيغلق الريلاى نقطته المفتوحة PH2 بالتالى يعمل كونتاكتور المولد

فى حالة عودة الكهرباء – ان كانت مقطوعة- او رجوع الجهد للقيم المظبوطة سيغلق ريلاى الحماية PH1 نقطته المفتوحة بالتالى يعمل الريلاى بالتالى يفصل كونتاكتور المولد ويعمل كونتاكتور المصدر

لمبات البيان
توجد لمبة بيان خضراء تضىء فى حالة عمل كونتاكتور المصدر لانها موصلة توازى مع كويل K1
توجد لمبة بيان حمراء تضىء فى حالة فصل كونتاكتور المصدر حيث انها موصلة عبر نقطة مغلقة من الكونتاكتور
توجد لمبة بيان حمراء تضىء فى حالة عمل فصل ريلاى الحماية PH1 بسبب انخفاض او ارتفاع الجهد او انعكاس تتابع الفازات لانها متصلة عبر نقطة مغلقة من ريلاى الحماية
توجد لمبة بيان خضراء تضىء فى حالة وجود كهرباء فى المصدر

نفس الكلام فى حالة المولد....

فصل او اختبار الدائرة
يتم فصل الدائرة او اختبار الدائرة او فصل الحمل كليا بواسطة فصل فيوز المولد او فيوز المصدر او فصل الفيوزين على الترتيب

ملحوظة

- ريلاى حماية المصدر يكون ضد انعكاس تتابع الفازات وحماية ضد انخفاض او ارتفاع الجهد حيث توجد مقاومتين متغيرتين لتحديد اقل جهد واعلى جهد كما يوجد مقاومة متغيرة لضبط زمن تأخير توصيل نقطة الريلاى المفتوحة لضمان استقرار الكهرباء
- ريلاى حماية المولد يكون ضد ارتفاع او انخفاض الجهد ومن الافضل وجود ايضا حماية ضد ارتفاع او انخفاض التردد وعادة يكون هناك زمن تأخير قبل غلق الريلاى نقاطه لضمان استقرار الكهرباء بالتالى يضمن هذا الزمن عدم عمل كونتاكتور المولد

بمجرد بدء المولد بالتالى يكون هناك زمن لاستقرار كهرباء المولد ولتسخين المحرك

- لاحاجة للحماية ضد تتابع الفازات مع المولد لان الفازات لن تنعكس الا بقيامك بفك كابلات المولد وعكسها بنفسك خخخخخخخخخخخخ

مميزات الدائرة

بالاضافة لمميزات الدائرة السابقة من انها اكثر امانا ومن انها تعمل مع مصدر وجه واحد او ثلاث اوجه

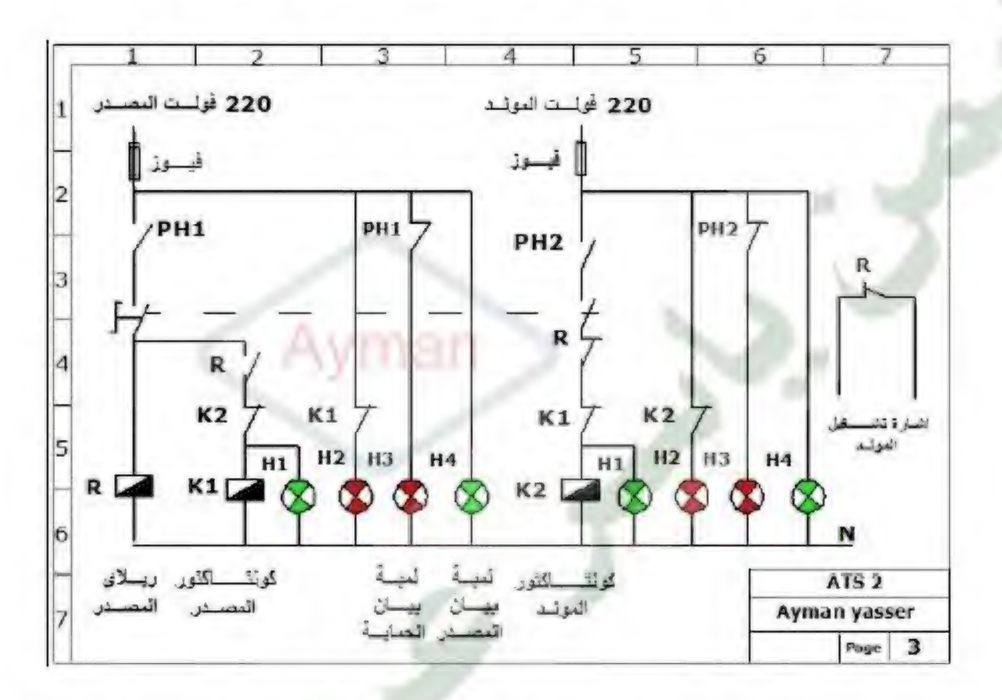
- زمن التأخير فى ريلاى حماية المصدر يضمن عدم عمل كونتاكتور المصدر الا بثبات كهرباء المصدر
- زمن التأخير فى ريلاى حماية المولد يضمن عدم عمل كونتاكتور المولد الا بثبات كهرباء المولد

عيوب الدائرة

- لا يوجد مؤخر زمنى بين فصل الحمل من المولد وتوصيله على المصدر فبمجرد عودة المصدر سيعمل الكونتاكتور ويتصل الحمل بالمصدر فى نفس لحظة فصل الحمل عن المولد وهذا يسبب الضرر للكثير من الاحمال التى تطلب زمن بين فصل الكهرباء وتوصيلها مثل اجهزة التبريد والتكييف
- يوجد قصر لحظى اثناء فصل الكهرباء عن المولد وتوصيل الكهرباء للمصدر العمومى
- لايوجد مؤخر زمنى لتأخير تشغيل المولد فى حالة انقطاع المصدر فربما يكون الانقطاع لحظى..
- لايوجد مؤخر زمنى لتأخير فصل المولد بعد عودة الكهرباء لضمان ان يعمل المولد بلا حمل لتبريده

دائرة التحكم ٢ـ٣

نفس الدائرة السابقة لكن تم اضافة مفتاح سلكتور لفصل الدائرة .
فى حالة كان المفتاح مفصول فان نقطته فى سكة تشغيل ريلاى وكونتاكتور المصدر تكون مفتوحة بالتالى لا يعملوا
تكون ايضا نقطته فى سكة تشغيل كونتاكتور المولد مفتوحة بالتالى لا يعمل



يجب ان يكون المولد مفصول ايضا حتى لا يعمل بواسطة النقطة المغلقة من الريلاى!! او يتم اضافة نقطة مفتوحة اخرى للسلكتور توصل توالى مع نقطة الريلاى المغلقة المستخدمة لتشغيل المولد بالتالى فى حالة فصل السلكتور تفتح هذه النقطة ولا يعمل المولد!

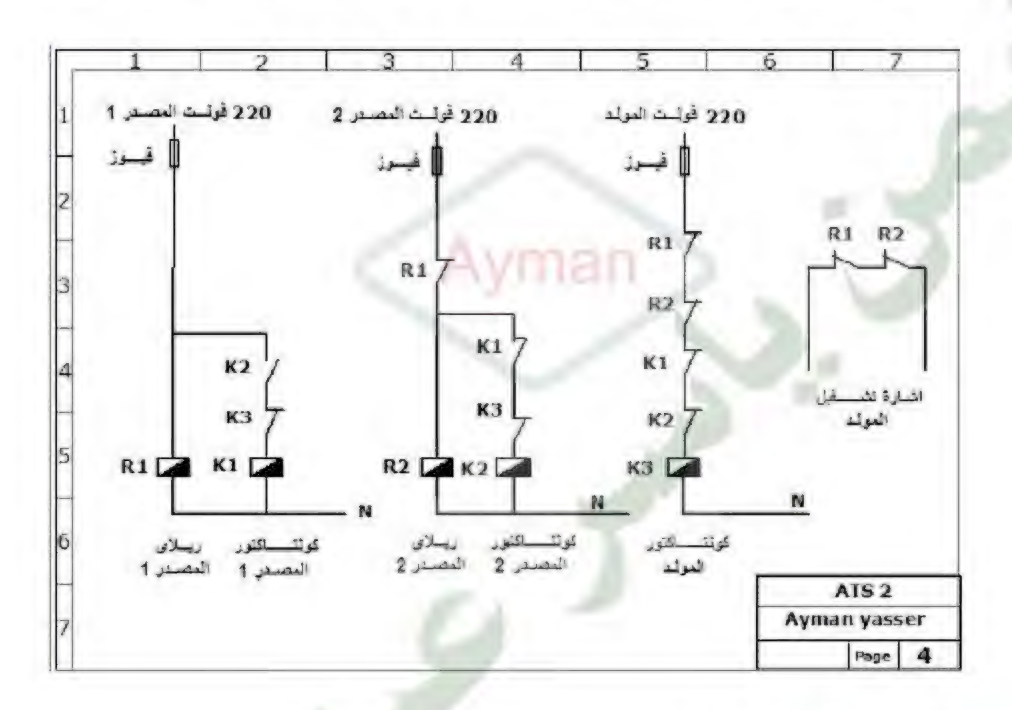
السلكتور يغنى عن الحاجة لفصل فيوز المولد وفيوز المصدر لفصل الحمل عن الكهرباء

دائرة التحكم ٢-٤

دائرة التحويل اليا بين ثلاث مصادر مصدرين للكهرباء ومصدر للمولد او مصدر للكهرباء ومصدرين للمولد

عدد الكونتاكتور يساوى عدد المصادر بالتالى نستخدم ثلاث كونتاكتور

عدد الريلاى يساوى عدد المصادر – ١ بالتالى نستخدم اثنين ريلاى



فى حالة وجود المصدر ١

يعمل الريلاى R1 بالتالى يعكس نقاطه

- يفتح نقطته المغلقة فى سكة الكونتاكتور K2 فيفصل
- يفتح نقطته المغلقة فى سكة الكونتاكتور K3 فيفصل
- يفتح نقطته المغلقة المستخدمة لتشغيل المولد فيفصل

يعمل الكونتاكتور K1 بعد فصل الكونتاكتور K2 و الكونتاكتور k3

فى حالة انقطاع المصدر ١

- يفصل الريلاى R1 فتعوةد نقاطه لوضعها الطبيعى
- تعود نقطته مغلقة فى سكة تشغيل الكونتاكتور k2
- تعود نقطته مغلقة فى سكة تشغيل الكونتاكتور k3
- تعود نقطته مغلقة فى سكة تشغل المولد

فى حالة وجود المصدر ٢
سيعمل الريلاى R2 ويعكس نقاطه
- يفتح نقطته المغلقة فى سكة تشغيل المولد فلا يعمل
- يفتح نقطته فى سكة تشغيل كونتاكتور المولد فلا يعمل ايضا!!!

سيعمل الكونتاكتور K2 ويصل الحمل بالمصدر 2

فى حالة انقطاع المصدر ٢
سيفصل الريلاى R2 وتعود نقاطه لوضعها الطبيعى
- ستعود نقطته مغلقة فى اشارة تشغيل المولد
- ستعوةد نقطته مغلقة فى سكة تشغيل كونتاكتور المولد

فى حالة عدم وجود المصدر ١ اى ان R1 لايعمل اى نقاطه فى وضعها الطبيعى بالتالى نقطته فى سكة تشغيل المولد مغلقة
وفى حالة عدم وجود المصدر ٢ اى ان R2 لايعمل اى نقاطه فى وضعها الطبيعى بالتالى نقطته فى سكة تشغيل المولد مغلقة بالتالى يعمل المولد

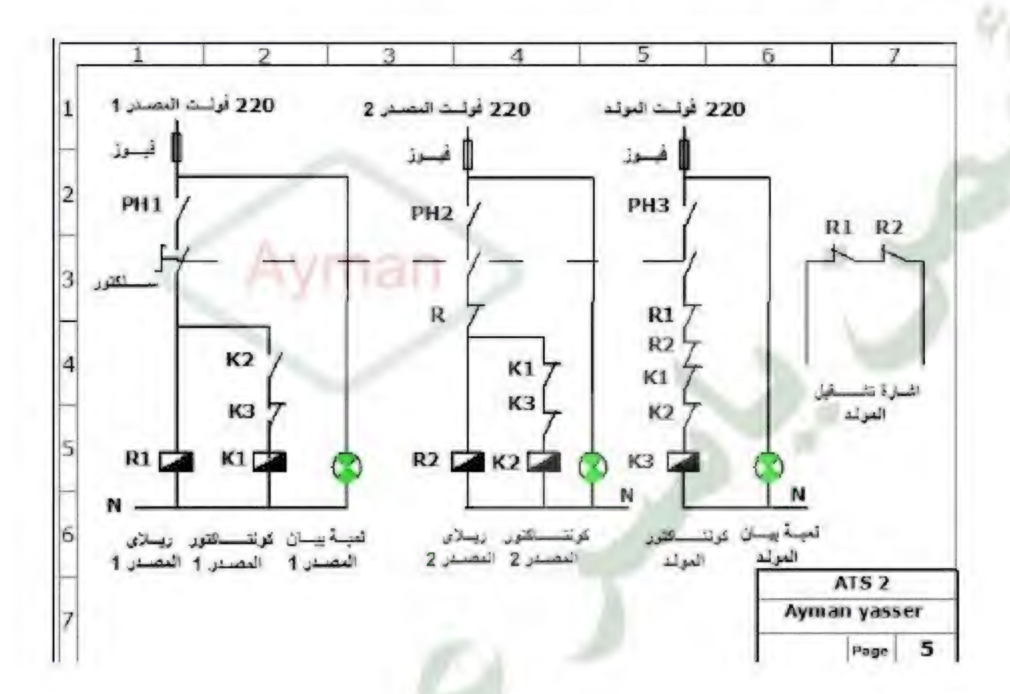
بوجود جهد كافى للمولد سيعمل كونتاكتور المولد K3 بالتالى يصل الحمل للمولد

بعودة المصدر ١ سيعمل الريلاى R1 ويتوقف المولد ويفصل كونتاكتور المولد بالتالى يعمل كونتاتور المصدر ١ K1
او
فى حالة عودة المصدر ٢ سيعمل الريلاى R2 بالتالى يفصل المولد ويفصل كونتاكتور المولد ويعمل كونتاكتور المصدر ٢ k2

الاولوية للمصدر ١ ثم المصدر ٢ ثم المولد

دائرة التحكم ٢_٥

نفس الدائرة السابقة لكن تم اضافة نقطة مفتوحة من ريلاى الحماية على كل مصدر كما تم اضافة سلكتور لفصل او توصيل الدائرة

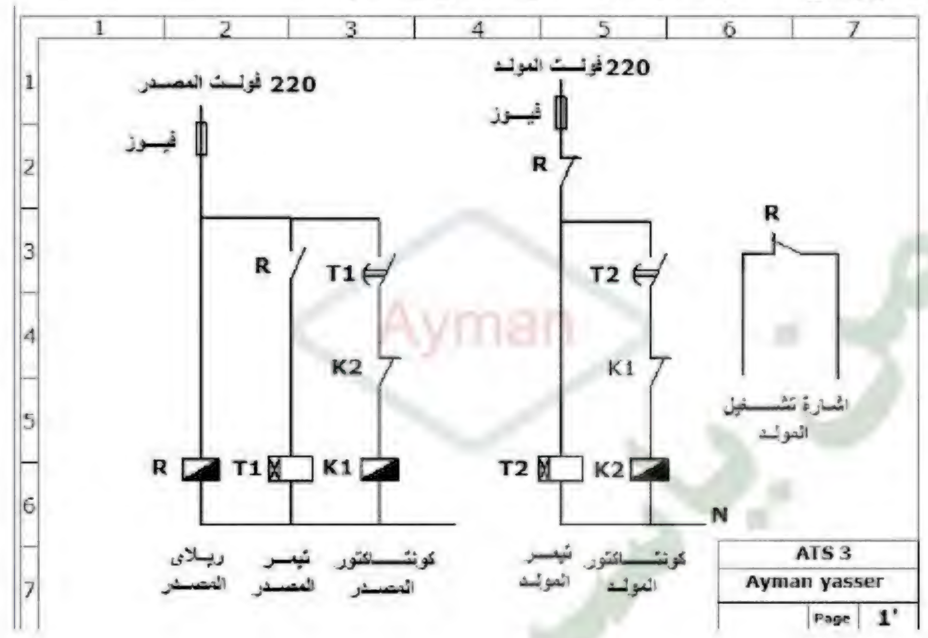


ملحوظة

- يمكن اختبار الدائرة بفصل فيوز المصدر ١ ، يجب ان يعمل كونتاكتور المصدر ٢ فى حالة وجوده او يعمل المولد ويعمل كونتاكتور المولد فى حالة عدم وجود المصدر ٢
- يمكن اختبار الدائرة بفصل فيوز المصدر ٢ ، يجب الا يحدث شىء فى الدائرة فالاولوية للمصدر ١
- يمكن اختبار الدائرة بفصل فيوز المصدر ١ وفيوز المصدر٢ ، يجب ان يعمل المولد ويعمل كونتاكتور المولد ثم يتم غلق فيوز المصدر ٢ ،فيتوقف المولد ويفصل كونتاكتور المولد ويعمل كونتاكتور المصدر ٢ ، ثم يتم توصيل فيوز المصدر ١ ، يجب ان يفصل كونتاكتور المصدر ٢ ثم يعمل كونتاكتور المصدر ١

دائرة التحكم ٣-١

دائرة للتحويل أليا بين مصدرين مع وجود زمن تأخير لتوصيل كونتاكتور المصدر وزمن تأخير لتوصيل كونتاكتور المولد



فى حالة وجود كهرباء المصدر سيعمل الريلاى R بالتالى يعكس نقاطه

- يفتح نقطته فى سكة تشغيل المولد فيتوقف
- يفتح نقطته فى سكة تشغيل كونتاكتور المولد فيفصل
- يغلق نقطته فى سكة تشغيل مؤقت T1 لتأخير توصيل كونتاكتور المصدر لضمان استقرار الكهرباء

بعد مرور الزمن المضبوط عليه المؤقت الاول T1 يغلق نقطته المفتوحة فى سكة تشغيل كونتاكتور المصدر فيعمل

فى حالة انقطاع المصدر يفصل الريلاى فتعود نقاطه لوضعها الطبيعى

- تعود نقطته لوضعها الطبيعى مفتوح فى سكة تشغيل المؤقت الاول T1 فيفصل ويفصل ايضا كونتاكتور المصدر
- تعود نقطته مغلقة مرة اخرى فيعمل المولد
- تعود نقطته مغلقة مرة اخرى فى سكة تشغيل كونتاكتور المولد

بعد عمل المولد ووجود كهرباء كافية سيعمل المؤقت T2 لتأخير تشغيل كونتاكتور المولد لضمان استقرار كهرباء المولد قبل توصيل الحمل وبعد مرور الزمن سيغلق المؤقت الثانى نقطته المفتوحة بالتالى يعمل كونتكور المولد

فى حالة عودة كهرباء المصدر
سيعمل الريلاى R بالتالى يفصل المولد وايضا يفصل كونتاكتور المولد سيعمل المؤقت الاول لتأخير تشغيل كونتاكتور المصدر لضمان استقرار الكهرباء وبعد مرور الزمن سيغلق نقطته المفتوحة ويعمل كونتاكتور المصدر

مميزات الدائرة

- يوجد تأخير زمنى لتشغيل كونتاكتور المصدر لضمان استقرار الكهرباء
- يوجد تأخير زمنى لتشغيل كونتاكتور المولد لضمان استقرار المولد

عيوب الدائرة

- لا يوجد مؤخر زمنى بين فصل الحمل من المولد وتوصيله على المصدر فبمجرد عودة المصدر سيعمل الكونتاكتور ويتصل الحمل بالمصدر فى نفس لحظة فصل الحمل عن المولد وهذا يسبب الضرر للكثير من الاحمال التى تطلب زمن بين فصل الكهرباء وتوصيلها مثل اجهزة التبريد والتكييف
- يوجد قصر لحظى اثناء فصل الكهرباء عن المولد وتوصيل الكهرباء للمصدر العمومى
- لايوجد مؤخر زمنى لتأخير تشغيل المولد فى حالة انقطاع المصدر فربما يكون الانقطاع لحظى..
- لايوجد مؤخر زمنى لتأخير فصل المولد بعد عودة الكهرباء لضمان ان يعمل المولد بلا حمل لتبريده

دائرة التحكم ٣-٢

نفس الدائرة السابقة لكن تم اخراج المؤقت بعد اداء وظيفته للحفاظ على عمره الافتراضى

يفصل المؤقت الاول بعد تشغيل الكونتاكتور الاول عبر نقطة مغلقة من الكونتاكتور الاول K1 فى سكة المؤقت الاول

يفصل المؤقت الثانى بعد تشغيل الكونتاكتور الثانى عبر نقطة مغلقة من الكونتاكتور الثانى K2 فى سكة المؤقت الثانى



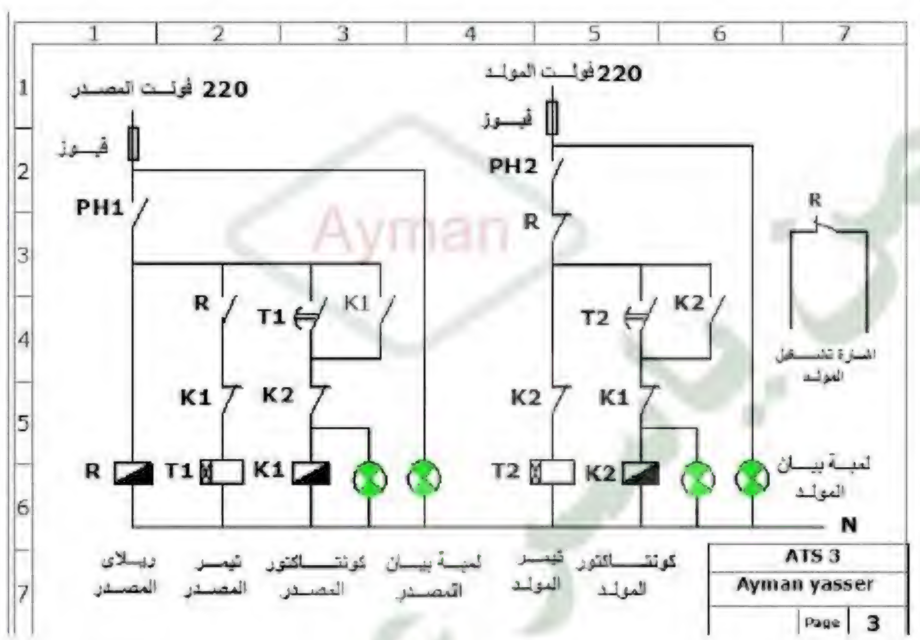
بفصل المؤقت تعود نقطته الى وضعها الطبيعى مفتوح بالتالى سيفصل الكونتاكتور! ، لذا تم اضافة نقطة تعويض من الكونتاكتور توازى مع نقطة المؤقت المفتوحة

بالتالى اذا فصل المؤقت وعادة نقطته مفتوحة سيكون هناك مسار اخر للتيار لكويل الكونتاكتور عبر نقطة الكونتاكتور المفتوحة (والتى ستكون مغلقة بعمل الكونتاكتور)

دائرة التحكم ٣-٣

نفس الدائرة السابقة لكن تم اضافة نقطة مفتوحة من ريلاى حماية المصدر فى سكة تشغيل ريلاى وكونتاكتور المصدر

تم اضافة نقطة مفتوحة من ريلاى حماية المولد فى سكة تشغيل كونتاكتور المولد

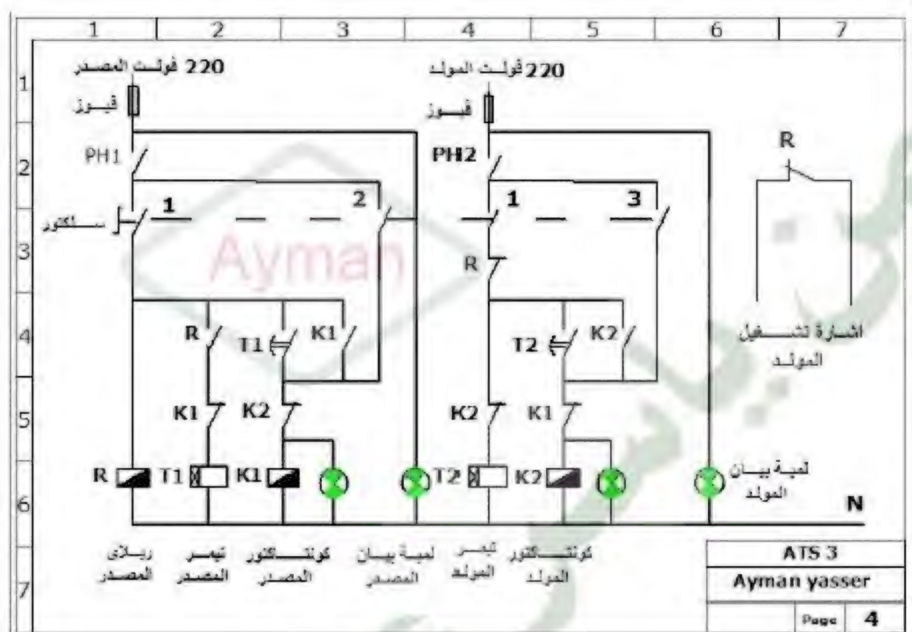


بالتالى يفصل ريلاى المصدر فى حالة انقطاع الكهرباء او انخفاض او ارتفاع جهد المصدر عن الحدود المسموح بها والذى بدوره سيفتح ريلاى الحماية نقطته Ph1

لن يعمل كونتاكتور المولد الا بعد وصول جهد المولد للحدود المسموحة بالتالى يغلق الريلاى PH2 نقطته المفتوحة ليعمل المؤقت ثم الكونتاكتور بعد زمن معين..

دائرة التحكم ٣-٤

نفس الدائرة السابقة لكن تم اضافة سلكتور ٤ وضع
الوضع الاول وضع الفصل اى الدائرة مفصولة
الوضع الثانى وضع التشغيل الالى اى النقطتين رقم ١ مغلقة والدائرة تعمل طبيعى

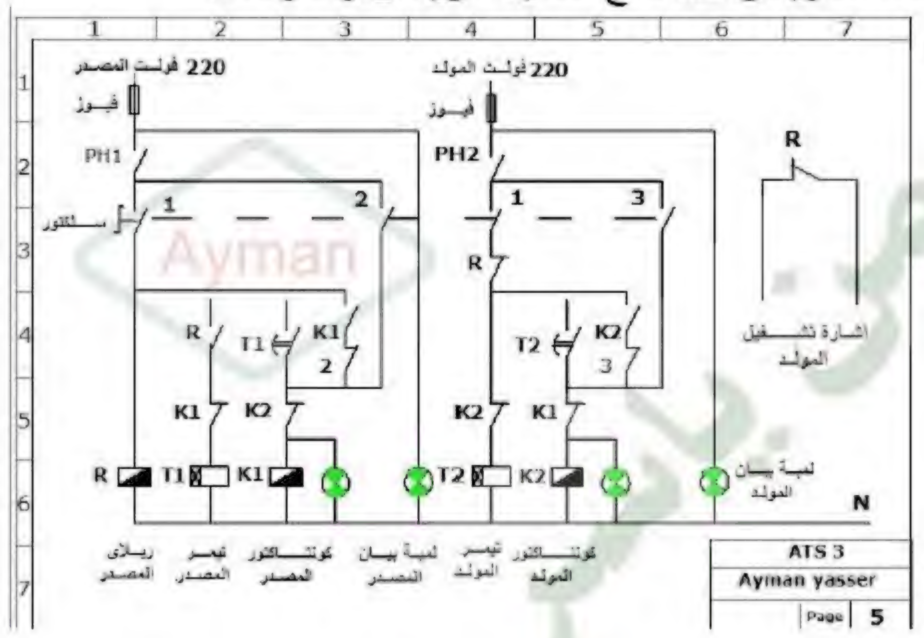


الوضع الثالث وضع تشغيل كونتاكتور المصدر يدوى اى النقطة ٢ مغلقة ويصل كهرباء مباشرة لكونتاكتور المصدر (عبر نقطة مغلقة من كونتاكتور المولد لضمان عمل الاثنين كونتكتور معا)
لاحظ انه بمجرد عمل الكونتاكتور k1 يدوى سيغلق نقطته المفتوحة بالتالى يصل كهرباء للمؤقت ولريلاى المصدر عبر النقطة المفتوحة k1

الوضع الرابع وضع تشغيل كونتاكتور المولد يدوى اى النقطة ٣ مغلقة ويصل كهرباء مباشرة لكونتاكتور المولد (عبر نقطة مغلقة من كونتاكتور المصدر لضمان عمل الاثنين كونتكتور معا)
لاحظ انه بمجرد عمل الكونتاكتور k2 يدوى سيغلق نقطته المفتوحة بالتالى يصل كهرباء للمؤقت المولد عبر النقطة المفتوحة k2

دائرة التحكم ٣-٥

نفس الدائرة السابقة لكن فى وضع تشغيل كونتاكتور المصدر يدوى تم اضافة نقطة مغلقة رقم ٢ تعمل مع النقطة المفتوحة رقم ٢ لفصل الكهرباء عن نقطة التعويض k2 لمنع تشغيل الريلاى والمؤقت..

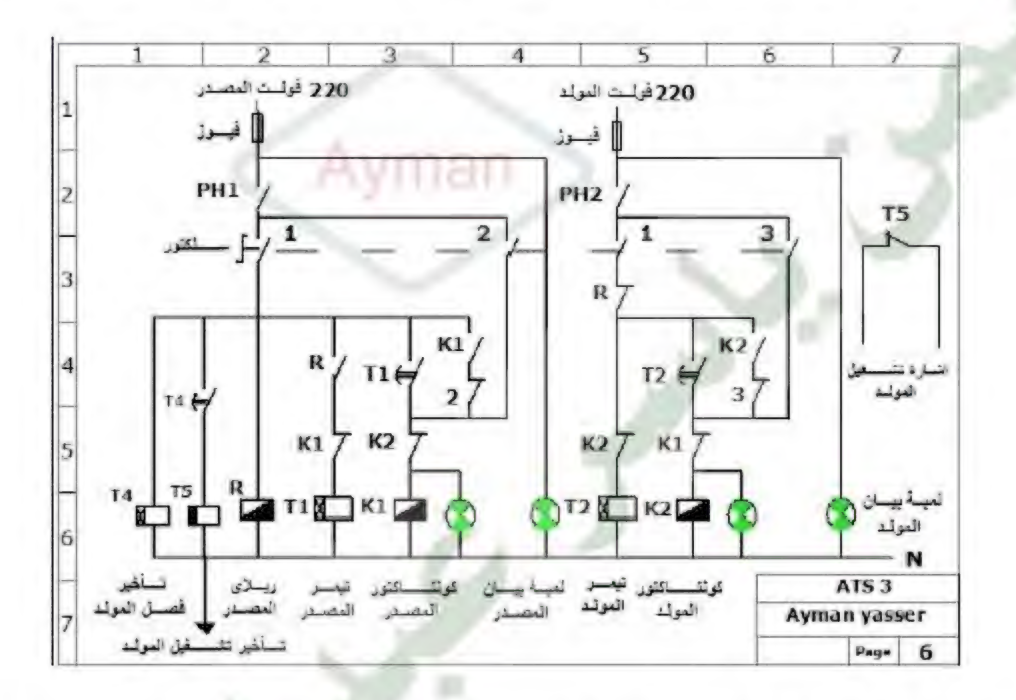


نفس الكلام فى حالة وضع التشغيل اليدوى لكونتاكتور المولد تم اضافة نقطة مغلقة تعمل مع النقطة المفتوحة رقم ٣

فى حالة كان المفتاح على وضع تشغيل يدوى لكونتاكتور المولد ستغلق النقطة المفتوحة رقم ٣ فى سكة تشغيل كوكنتاكتور المولد وايضا ستفتح النقطة المغلقة فى سكة نقطة التعويض K1 لمنع عمل المؤقت...

دائرة التحكم ٣-٦

نفس الدائرة السابقة لكن تم اضافة مؤقت T5 لتأخير تشغيل المولد off delay لربما تعود الكهرباء خلال هذا الزمن!
وتم اضافة تمير T4 لتأخير فصل المولد on delay لضمان عمل المولد بلاحمل زمن معين ليتم تبريده!
اشارة تشغيل المولد عبر نقطة من مؤقت تاخير التشغيل t5 وليس الريلاى

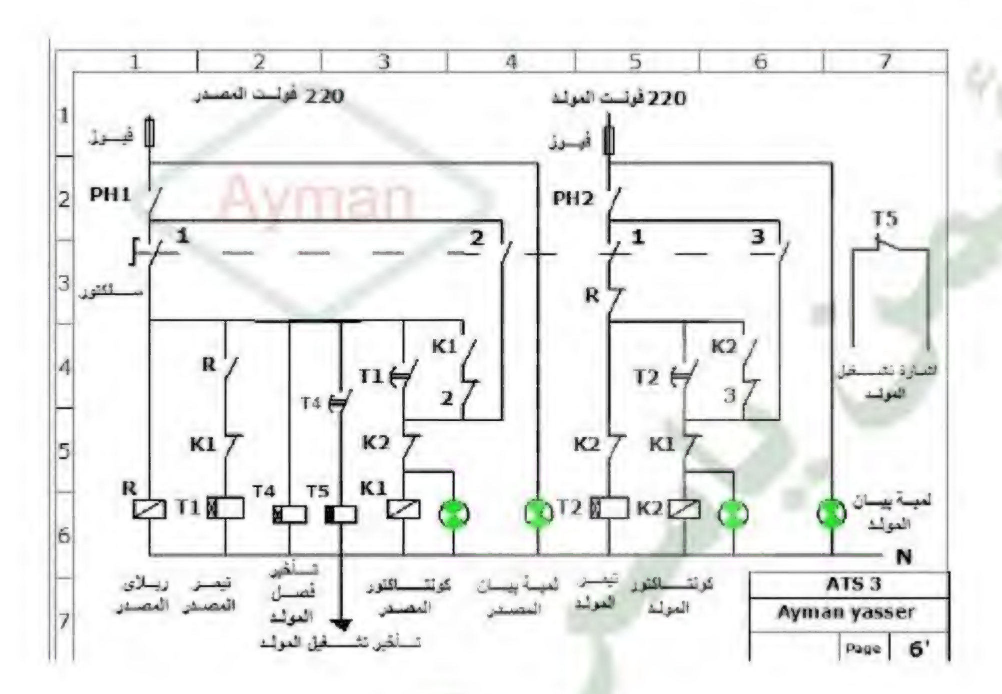


فى حالة عمل المولد وعمل كونتاكتور المولد k2 وعادت الكهرباء العمومية سيعمل الريلاى R بالتالى يعكس نقاطه فيفتح نقطته المغلقة فى سكة الكونتاكتور ٢ فيفصل ، ايضا يغلق نقطته فى سكة المؤقت ١ فيعد الزمن ثم يشغل كونتاكتور المصدر k1
ايضا تصل كهرباء للمؤقت رقم ٤ وهو مؤقت تأخير فصل المولد فيعد الزمن المضبوط عليه ثم يغلق نقطته المفتوحة t4 فيصل كهرباء لمؤقت T5 وهو مؤقت off delay بمجرد وصول كهرباء اليه يعكس نقاطه فورا بالتالى يقف المولد (اشارة تشغيل المولد عبر نقطة من مؤقت تاخير التشغيل t5)
بالتالى تم تأخير فصل المولد بواسطة المؤقت T4

فى حالة انقطاع المصدر
يفصل الريلاى وايضا يفصل كونتاكتور المصدر
يفصل المؤقت ٥ T5 وتظل نقاطه مفتوحة كما هى حتى يمر الزمن المضبوط عليه ثم تعود نقاطه مغلقة مرة اخرى (لانه من النوع off delay)
بعد زمن تأخير المؤقت ٥ يعمل المولد
بعد عمل المولد ووصول جهد المولد للقيم المضبوطه يعمل ريلاى الحماية PH2 فيغلق نقطته المفتوحة ويعمل مؤقت تأخير تشغيل كونتاكتور المولد لضمان استقرار كهرباء المولد وبعد مرور الزمن يعمل الكونتاكتور ٢ وهكذا

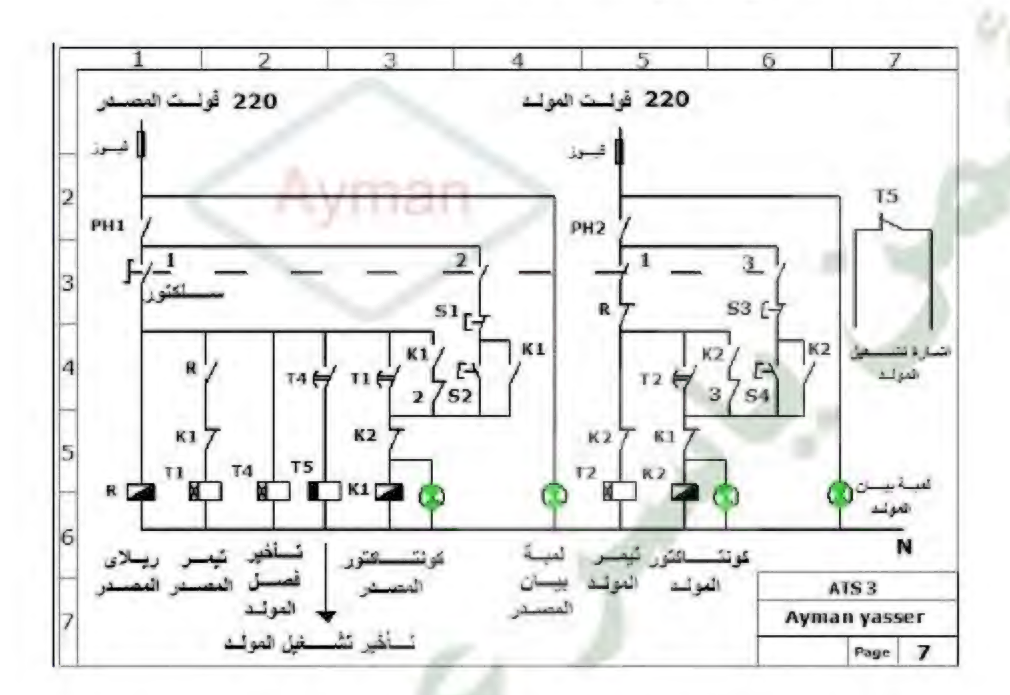
دائرة التحكم ٣-٦ مكرر

نفس الدائرة السابقة تماما ، كل ما فى الامر هو تغيير مكان المؤقت ٤ و المؤقت ٥ فى الدائرة



دائرة التحكم رقم ٣-٧

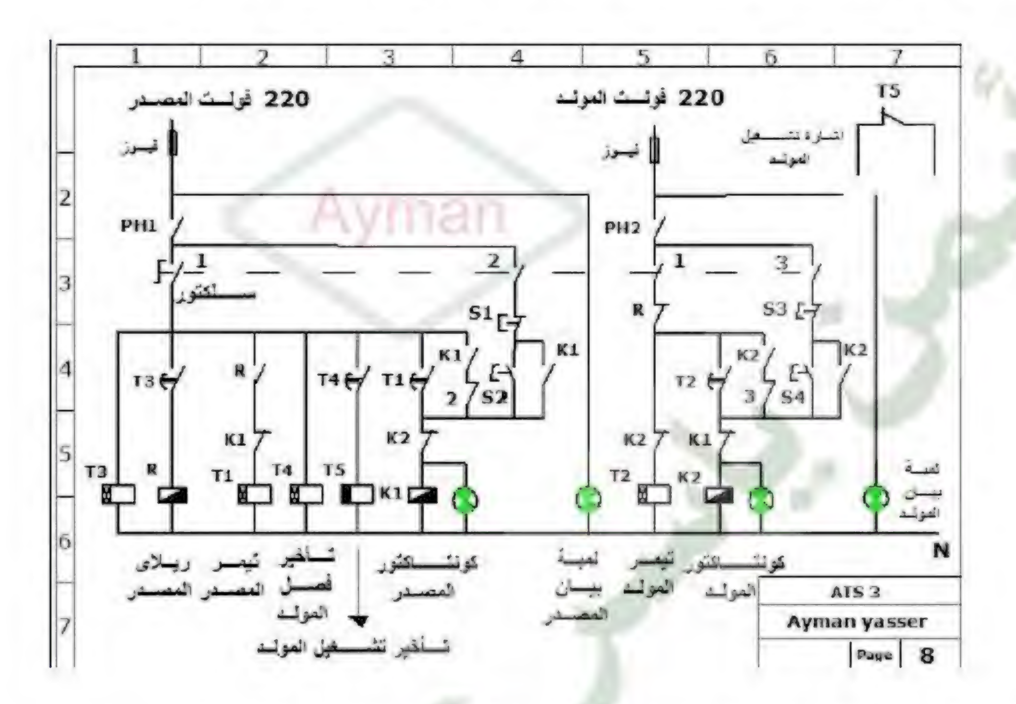
نفس الدائرة السابقة تماما، فقط فى وضع التشغيل اليدوى تم توصيل مفتاح ايقاف لحظى توالى مع مفتاح تشغيل لحظى وتوصيل نقطة مفتوحة من الكونتاكتور توازى مع مفتاح التشغيل كنقطة تعويض



فى وضع التشغيل اليدوى لكونتاكتور المصدر ستغلق النقطة المفتوحة رقم ٢ وستفتح النقطة المغلقة رقم ٢ لتمنع مرور الكهرباء للمؤقتات وللريلاى... لن يعمل الكونتاكتور ١ الا بالضغط على مفتاح التشغيل s2 بالتالى يعمل الكونتاكتور ويغلق نقطته المفتوحة الموصلة توازى مع المفتاح S2 بالتالى بمجرد رفع اصبعك عن المفتاح يعود نقطه مفتوحة مرة اخرى لكن يكون هناك مسار بديل للتيار عبر نقطة التعويض k1 ويظل الكونتاكتور يعمل... بالضغط على زر ايقاف s1 يفصل الكونتاكتور...

نفس الكلام لوضع التشغيل اليدوى لكونتاكتور المولد...

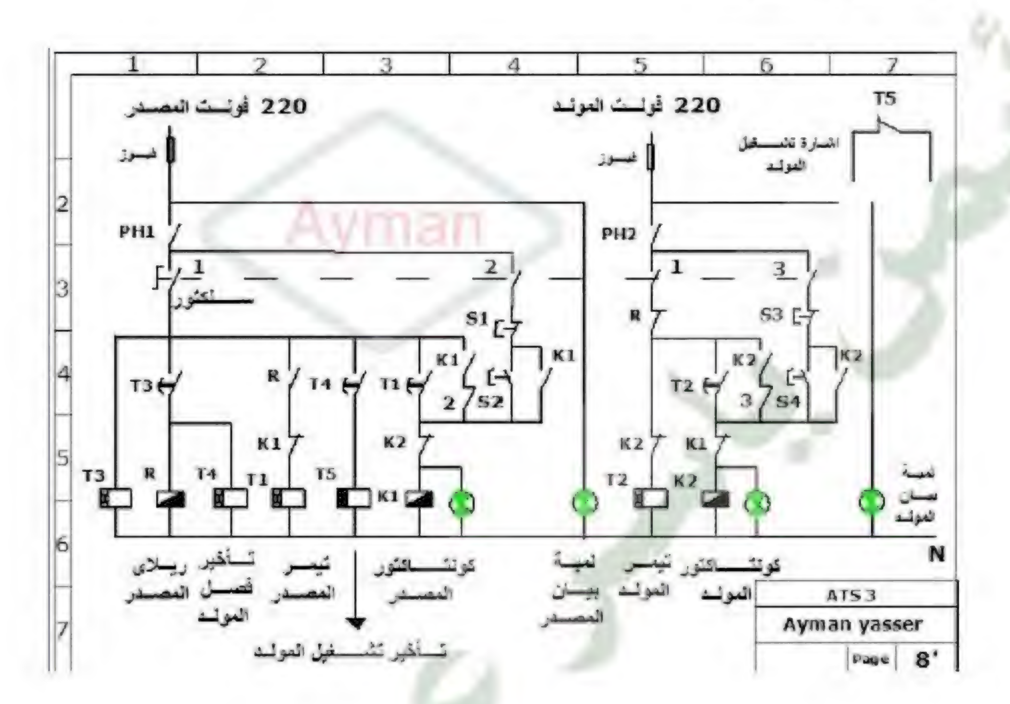
دائرة التحكم رقم ٣-٨
نفس الدائرة السابقة ، لكن تم اضافة مؤقت ٣ لتأخير فصل كونتاكتور المولد بعد عودة المصدر لزمن معين لضمان استقرار كهرباء المصدر..



فى حالة عمل المولد وكونتاكتور المولد k2 وعادت الكهرباء مرة اخرى سيعمل مؤقت تأخير on delay رقم ٣ وبعد مرور الزمن المضبوط عليه سيغلق نقطته المفتوحة t3 فيعمل الريلاى R بالتالى يعكس نقاطه ويفصل كونتاكتور المولد... (بكده نكون اخرنا فصل كونتاكتور المولد لضمان استقرار كهرباء المصدر)
ايضا بعودة الكهرباء سيعمل المؤقت T4 وبعد مرور الزمن المضبوط عليه يغلق نقطته المفتوحة بالتالى يعمل المؤقت ٥ من النوع off delay فيعكس نقاطه فورا فيتوقف المحرك (بكده تم تأخير فصل المحرك لكى يعمل بلا حمل لضمان تبريد المحرك بالتالى يجب ان يكون زمن المؤقت ٥ اكبر من زمن المؤقت ٣ او يتم توصيل المؤقت ٤ توازى مع الريلاى R اى يعمل بواسطة نقطة مفتوحة من المؤقت ٣ و هذا هو الافضل لضمان ان يعد المؤقت ٤ زمن تأخير فصل المولد بعد فصل الحمل لضمان تبريد المولد بالزمن المطلوب)

دائرة التحكم ٣-٨ مكرر

نفس الدائرة السابقة ، فقط تم توصيل مؤقت ٤ الخاص بتأخير فصل المولد توازى مع ريلاى المصدر بالتالى يعمل المؤقت بعد عمل مؤقت ٣ اى بعد فصل كونتاكتور المولد

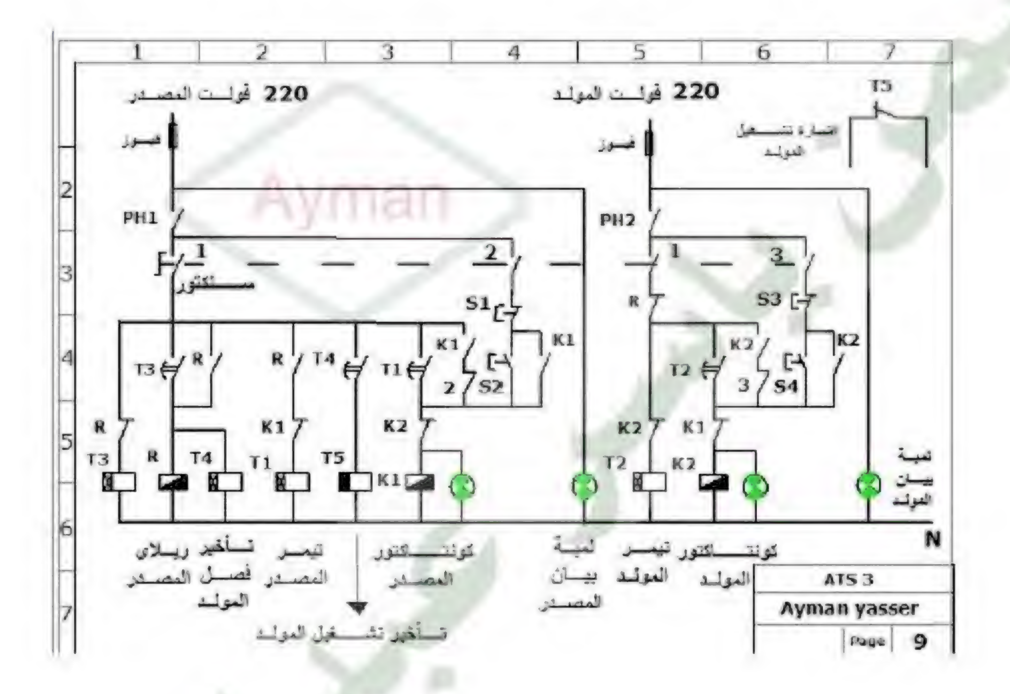


بالتالى زمن مؤقت ٤ هو زمن تبريد المولد ! لانه يعد زمن تبريد المولد بعد فصل كونتاكتور المولد بالتالى يعمل المولد بدون حمل بالزمن المضبوط به مؤقت ٤

فى الدائرة الاولى فان زمن تبريد المولد هو زمن مؤقت ٤ – زمن مؤقت ٣ !! لان مؤقت ٤ الخاص بتبريد المولد يعد زمن التبريد والحمل مازال على المولد لان مؤقت ٣ لم يعمل بالتالى كونتاكتور المولد لم يفصل بالتالى المولد يعمل على حمل ولا يتم تبريده!!!

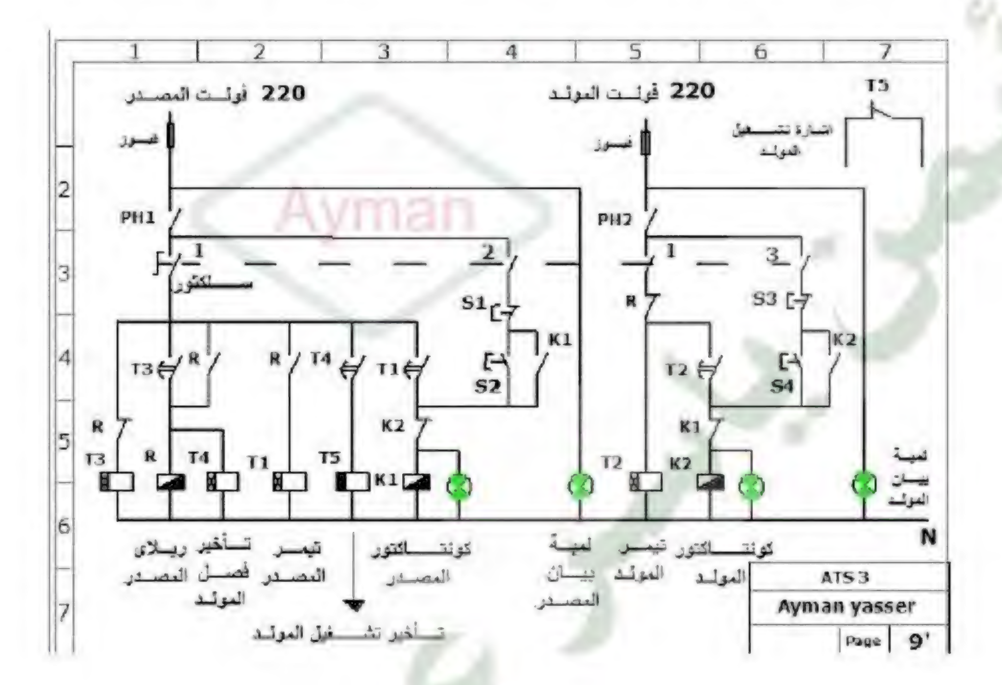
دائرة التحكم ٣-٩

نفس الدائرة السابقة لكن تم فصل مؤقت تأخير فصل كونتاكتور المولد بعد عودة المصدر t3 بعد تشغيل ريلاى المصدر وذلك بواسطة نقطة مغلقة من ريلاى المصدر فى سكة تشغيل المؤقت ٣
بفصل المؤقت ٣ تفصل نقطته المفتوحة t3 بالتالى سيفصل ريلاى المصدر R لذا تم استخدام نقطة تعويض من الريلاى R توازى مع نقطة المؤقت ٣



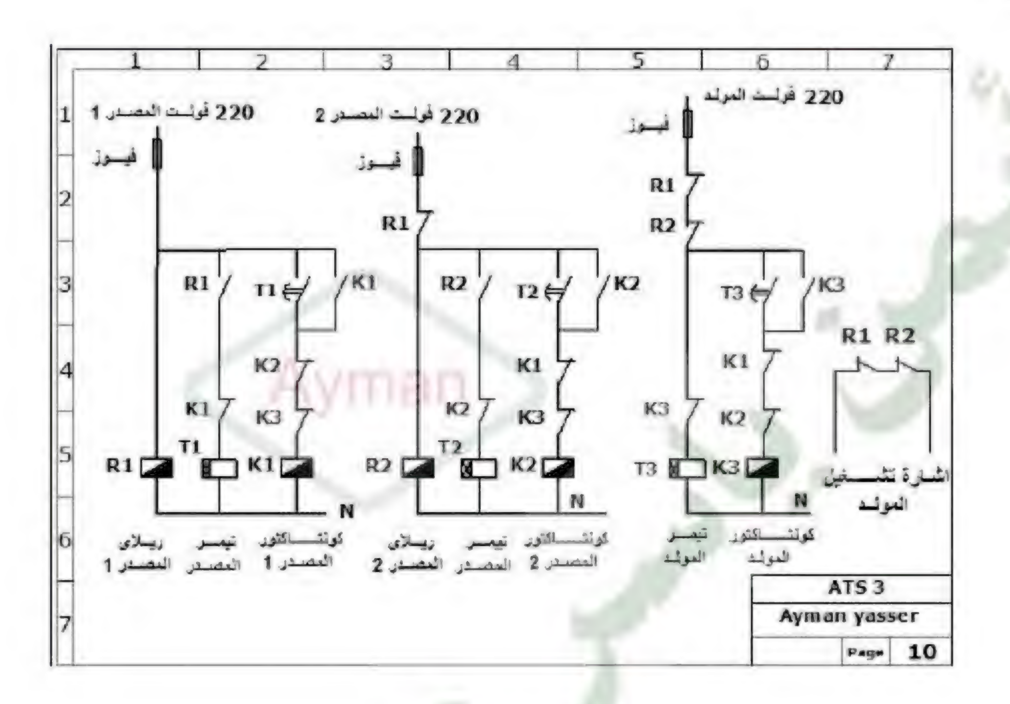
دائرة التحكم ٣-٩ مكرر

نفس الدائرة السابقة فقط لايتم فصل المؤقت الزمنى بعد عمل الكونتاكتور، بالتالى لا حاجة لنقطة التعويض ولا النقطة المغلقة ٢ ولا النقطة المغلقة ٣



دائرة التحكم ٣-١٠

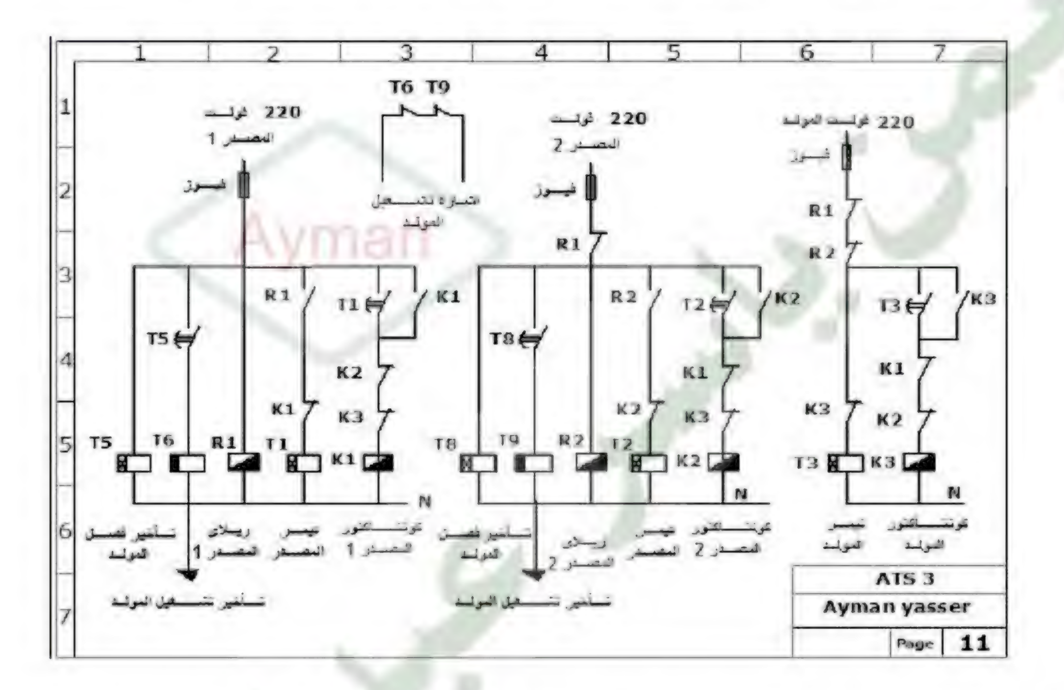
دائرة تحويل ألى بين ثلاث مصادر للكهرباء مصدرين كهرباء عمومى ومولد



دائرة التحكم ٣-١١

نفس الدائرة السابقة لكن فى المصدر الاول تم اضافة مؤقت T5 لتاخير فصل المولد لتبريده ومؤقت T6 لتأخير تشغيل المولد للتاكد من عدم عودة الكهرباء

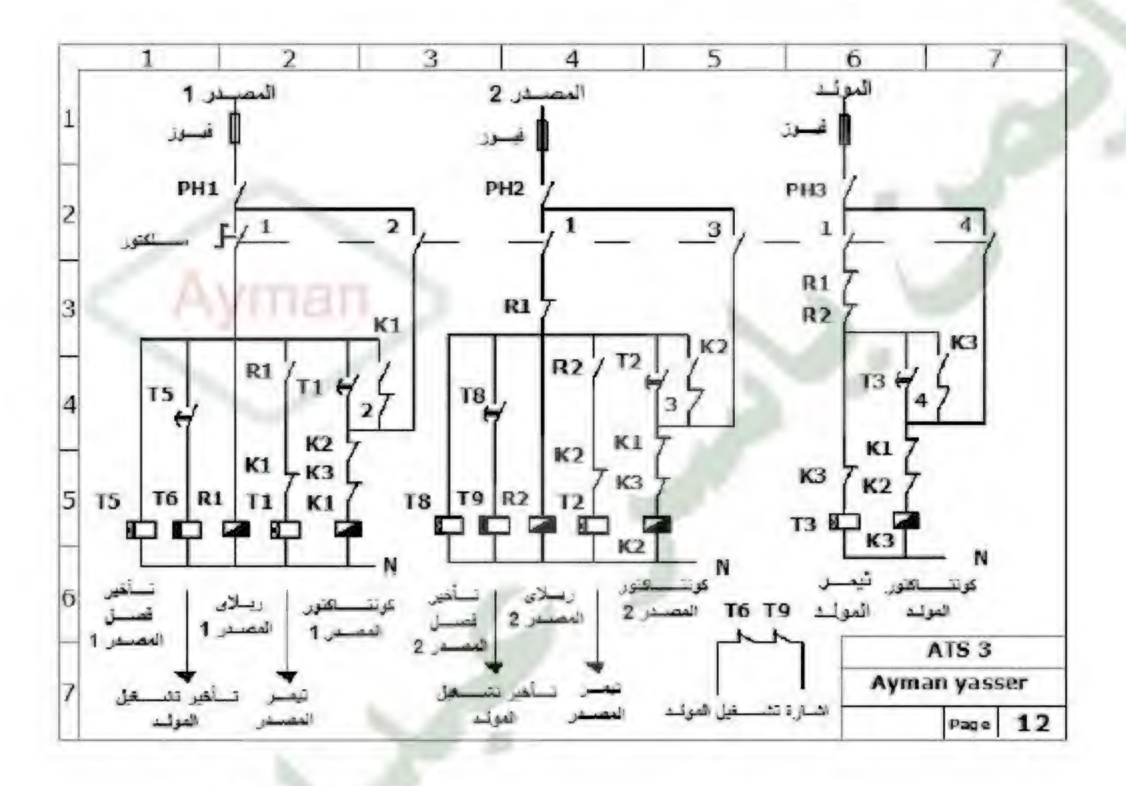
ونفس النظام فى المصدر الثانى تم اضافة مؤقت T8 لتاخير فصل المولد لتبريده ومؤقت T9 لتأخير تشغيل المولد للتاكد من عدم عودة الكهرباء



تم توصيل نقطة مغلق من مؤقت تأخير تشغيل المولد للمصدر الاول T6 توالى مع نقطة مغلقة من مؤقت تأخير تشغيل المولد للمصدر الثانى T9 بالتالى سيعمل المولد فى حالة كانت النقطتين T6 و T9 مغلقتين

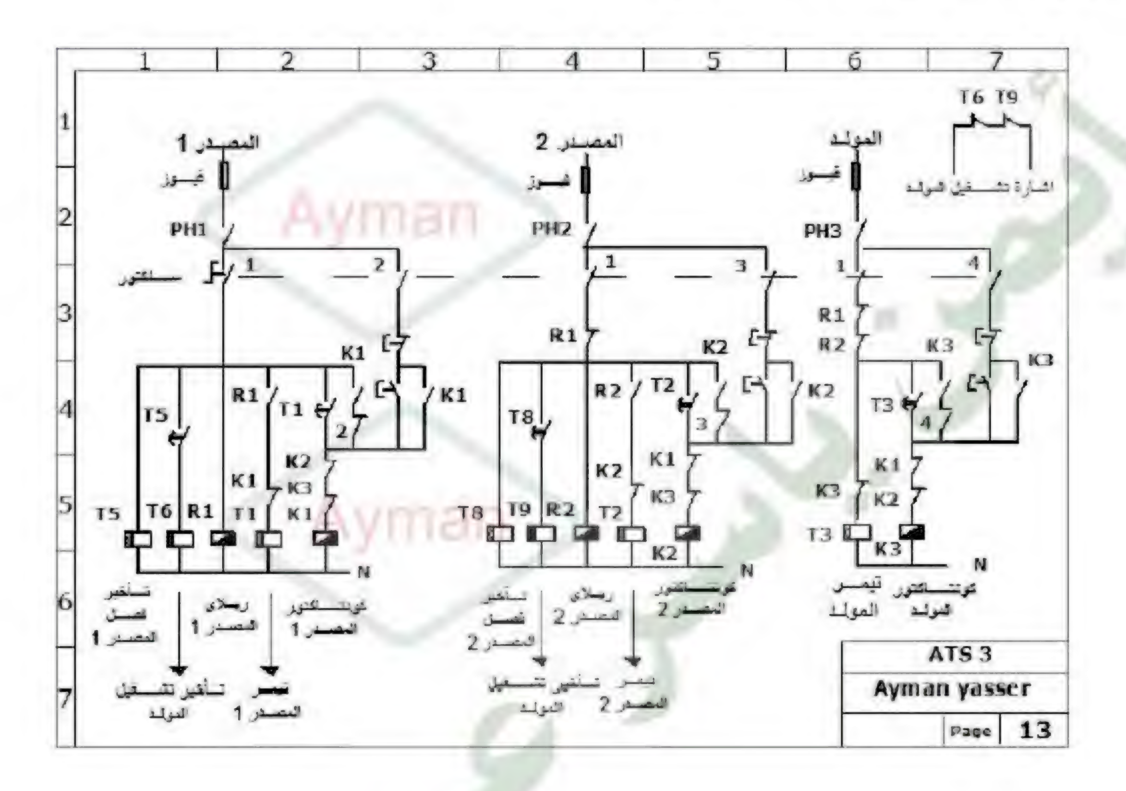
دائرة التحكم ٣-١٢

نفس الدائرة السابقة ، فقط تم اضافة مفتاح سلكتور ٥ وضع وضع للايقاف ووضع للتشغيل الالى ووضع لتشغيل كونتاكتور المصدر الاول يدويا ووضع لتشغيل كونتاكتور المصدر الثانى يدويا ووضع لتشغيل كونتاكتور المصدر الثالث يدويا



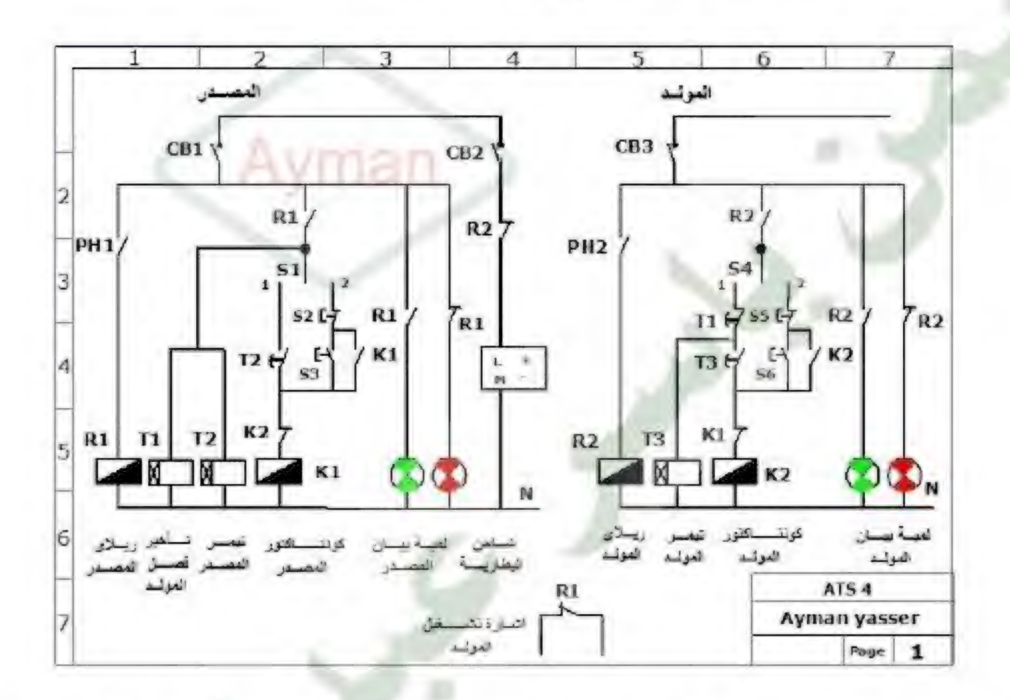
دائرة التحكم ٣-١٣

نفس دائرة التحكم السابقة لكن تم اضافة مفتاح لحظى للتشغيل والايقاف اليدوى لكلا من الثلاث مصادر



دائرة التحكم ٤ ـ ١

نفس دائرة التحكم ٣ لكن بطريقة توصيل مختلفة
بدلا من استخدام فيوز لحماية دائرة التحكم تم استخدام قاطع
بدلا من استخدام مفتاح واحد ٤ وضع تم استخدام مفتاحين ٣ وضع
الوضع صفر اى مفصول، الوضع واحد يغلق النقطة ١ بالتالى يعمل ألى،
والوضع ٢ يغلق النقطة ٢ بالتالى يعمل يدوى



فى حالة وجود المصدر وقيمة الجهد فى الحدود المسموح بها وتتابع الفازات صحيح سيغلق ريلاى الحماية PH1 نقطته المفتوحة ويعمل ريلاى المصدر R1 بالتالى
يفتح نقطته المغلقة المستخدمة لتشغيل المولد بالتالى يتوقف
يعمل المؤقت الزمنى T1 وبعد زمن سيقوم بفتح نقطته المغلقة فى سكة كونتاكتور المولد فيفصل، السبب هو تأخير فصل كونتاكتور المولد بعد عودة الكهرباء للتأكد من ثباتها
يعمل المؤقت الزمنى T2 وبعد زمن يغلق نقطته المفتوحة فى سكة كونتاكتور المصدر بالتالى لو المفتاح SW1 على وضع ألى تكون النقطة رقم ١ مغلقة بالتالى سيعمل كونتاكتور المصدر
فى حالة انقطاع المصدر سيفصل ريلاى المصدر وكونتاكتور المصدر بالتالى ستعود نقطة ريلاى المصدر R1 مغلقة بالتالى يعمل المولد

بعد عمل المولد ووصول جهد وتردد المولد للحدود المسموحة سيغلق ريلاى الحماية PH2 نقطته المفتوحة فسيعمل ريلاى المولد R2 وسيعمل مؤقت زمنى T3 لتأخير توصيل كونتاكتور المولد بالتالى بعد مرور الزمن سيغلق نقطته المفتوحة وسيعمل كونتاكتور المولد
فى حالة عودة المصدر وقيمة الجهد وتتابع الفازات مظبوطة سيغلق ريلاى الحماية PH1 نقطته المفتوحة وسيعمل ريلاى المصدر R1
بالتالى يفصل نقطته المغلقة بالتالى يتوقف المولد
يعمل المؤقت الزمنى T1 وبعد مرور زمن سيفصل كونتاكتور المولد
يعمل المؤقت الزمنى T2 وبعد مرور زمن سيوصل كونتاكتور المصدر
بالتالى زمن T1 يجب ان يكون اكبر من زمن T2 حتى يكون هناك فاصل زمنى بين فصل كونتاكتور المولد وتوصيل كونتاكتور المصدر.....

كونتاكتور المولد سيفصل بفصل المولد بفضل ريلاى الحماية PH2 بالتالى قد تظن ان المؤقت T1 بلا فائدة ! لكن عليك ان تضع فى الحسبان امكانية عدم توقف المولد أليا لاى سبب!!

تم توصيل لمبات البيان بواسطة نقطة مفتوحة وأخرى مغلقة من ريلاى المصدر وليس كونتاكتور المصدر حيث ان فى القدرات الكبيرة عادة يكون الكونتاكتور به نقطتين للتحكم فقط ، نقطة مغلقة تستخدم لمنع تشغيل الكونتاكتور الاخر ونقطة مفتوحة تستخدم كنقطة تعويض فى حالة التشغيل اليدوى......
فى حالة عمل ريلاى المصدر يغلق نقطته المفتوحة وتضىء لمبة خضراء
فى حالة فصل ريلاى المصدر (بسبب ريلاى الحماية) ستضىء اللمبة الحمراء عبر النقطة المغلقة من ريلاى المصدر

نفس الكلام للمولد ستضىء لمبة بيان خضراء فى حالة عمل ريلاى المولد وستضىء لمبة حمراء فى حالة فصل ريلاى المولد (بسبب ريلاى الحماية)

تم تشغيل شاحن البطاريات بواسطة نقطة مغلقة من ريلاى المولد
طالما ان ريلاى المولد لا يعمل فان الشاحن سيكون متصل بالمصدر لشحن البطاريات

العيوب

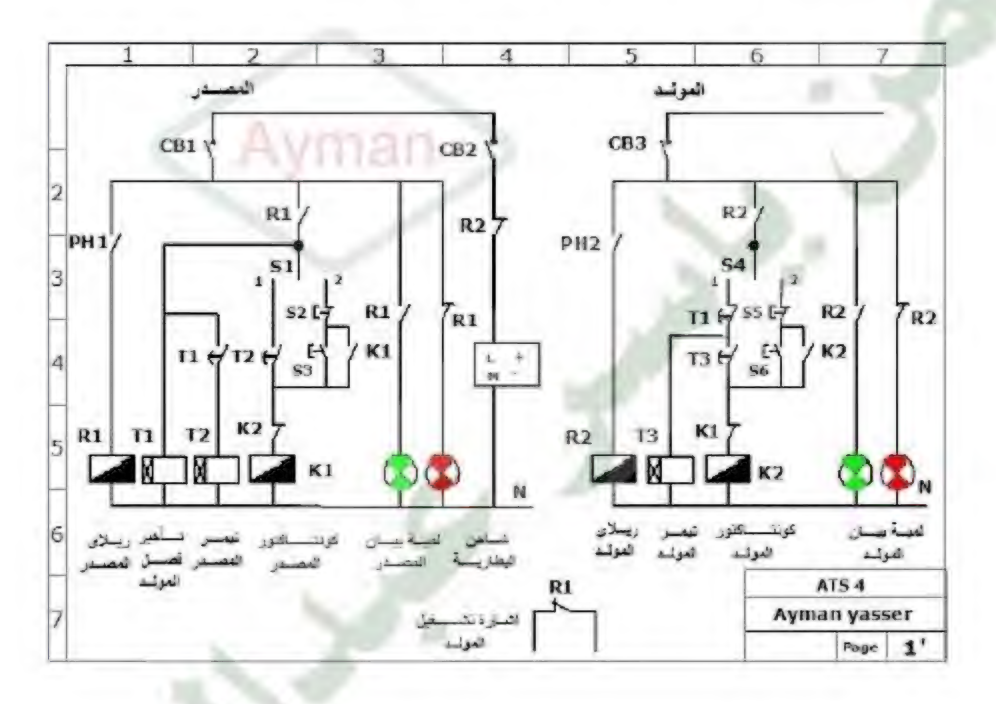
- لايوجد مؤقت زمنى لتأخير تشغيل المولد
- لا يوجد مؤقت زمنى لتأخير فصل المولد لتبريده
- غير مستحب فصل المولد وكونتاكتور المولد يعمل اى هناك حمل على المولد ... (حتى بوجود ريلاى الحماية PH2 والذى سيفصل الحمل بمجرد انخفاض التردد/الجهد....)
- يجب ضبط زمن T2 اكبر من زمن T1 بالتالى لو تم ظبط نفس الزمن لهم بالخطأ سيفصل كونتاكتور المصدر والمولد معا وهذا غير مستحب (حتى لو ان كونتاكتور المولد سيفصل مع فصل المولد بفضل ريلاى الحماية PH2 ، فيجب وضع احتمال عدم توقف المولد أليا فى الحسبان....)

دائرة التحكم ٤-١ مكرر

الافضل ان يعمل المؤقت الزمنى T2 بواسطة نقطة مفتوحة من المؤقت الزمنى T1

بالتالى زمن T1 هو زمن تأخير فصل كونتاكتور المولد وبعد مرور الزمن سيفصل كونتاكتور المولد وايضا سيبدء مؤقت زمنى T2 بالعمل لعد زمن تأخير توصيل كونتاكور المصدر....

بالتالى زمن T2 يمكن ضبطه بنفس زمن T1 ...



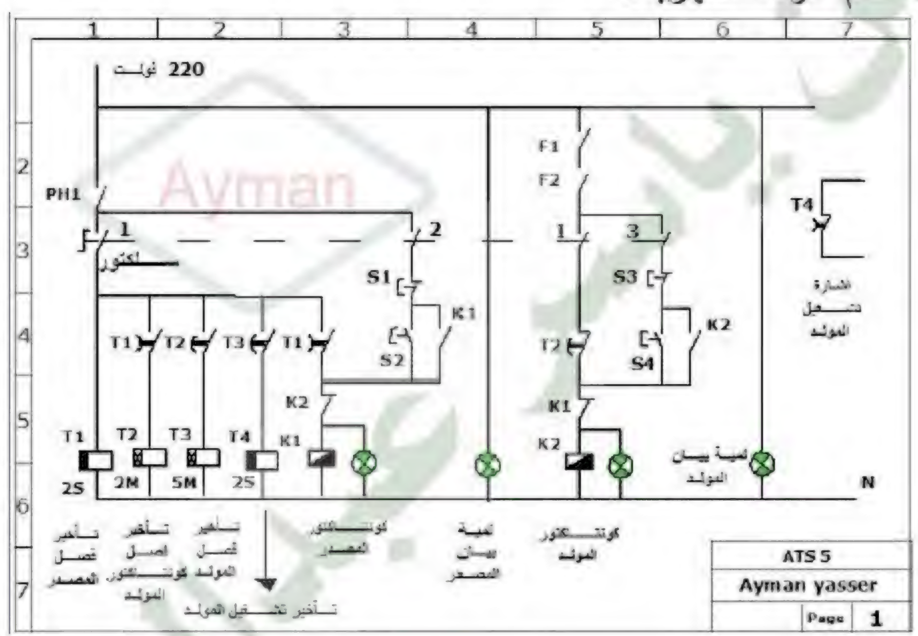
دائرة التحكم ٥-١

تم استخدام موقت زمنى T1 من النوع off delay لتأخير فصل كونتاكتور المصدر لزمن معين للتاكد من عدم عودة الكهرباء خلال هذا الزمن

تم استخدام مؤقت زمنى T2 من النوع on delay لتاخير فصل كونتاكتور المولد بعد عودة المصدر للتأكد من ثبات المصدر

تم استخدام مؤقت زمنى T3 من النوع on delay لتاخير فصل المولد حتى يعمل فترة بلا حمل لتبريده

تم استخدام مؤقت زمنى T4 من النوع off delay لتاخير تشغيل المولد لضمان عدم عودة الكهرباء



فى حالة وجود المصدر وقيمة الجهد مظبوطة سيعمل ريلاى الحماية Ph1 ويغلق نقطته المفتوحة بالتالى يعمل المؤقت الزمنى T1 ويغلق نقاطه فورا

- سيغلق نقطته المفتوحة فى سكة تشغيل الموقت T2 فيعمل ويعد الزمن دقيقتين قبل فصل كونتاكتور المولد
- سيغلق نقطته المفتوحة فى سكة تشغيل كونتاكور المصدر ولن يعمل لان كونتاكتور المولد يعمل..

بعد مرور زمن T2 وهو دقيقتين سيقوم بعكس نقاطه بالتالى

- يفتح نقطته المغلقة فى سكة كونتاكتور المولد فيفصله وبفصل كونتاكتور المولد سيعمل كونتاكتور المصدر فورا...
- يغلق نقطته المفتوحة فى سكة تشغيل المؤقت T3 فيبدء بعد الزمن وهو ٥ دقائق لتبريد المولد

بعد مرور زمن T3 وهو ٥ دقائق سيعكس المؤقت نقاطه بالتالى يغلق نقطته المفتوحة فى سكة تشغيل المؤقت T4 بالتالى يعمل المؤقت ويعكس نقاطه فورا بالتالى يفتح نقطته المغلقة فى سكة تشغيل المولد فيتوقف

فى حالة انقطاع المصدر

سيبدء T1 بعد ثانيتين ثم سيقوم بفصل نقاطه بالتالى تعود النقطه مفتوحة فى سكة تشغيل كونتاكتور المصدر فيفصل (اصلا يفصل الكونتاكتور بفصل الكهرباء ، لكن الهدف هنا فى حالة عودة الكهرباء مرة اخرى فى خلال ثانيتين سيعمل الكونتاكتور مرة اخرى ...)
سيبدء العد T4 ثانيتين ثم سيقوم بفصل نقاطه بالتالى تعود نقطته مغلقة فى سكة تشغيل المولد فيعمل
بعد عمل المولد ووصول جهد وتردد المولد للقيم المظبوطه سيعمل ريلاى حماية الجهد F1 وريلاى حماية التردد F2 بالتالى يغلق كلا منهما نقاطه ويعمل كونتاكتور المولد

ملحوظة

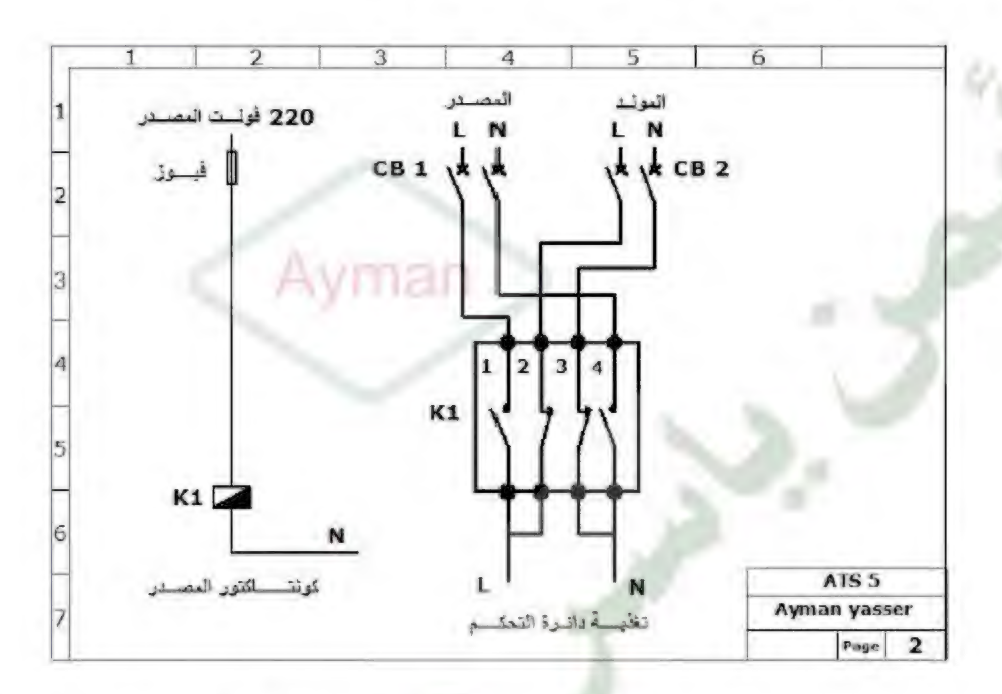
جهد دائرة التحكم هو ٢٢٠فولت من المصدر ، وفى حالة انقطاع المصدر يكون ٢٢٠ فولت من المولد وهناك دائرة تتحكم فى توصيل الجهد...

العيوب

لا يوجد زمن تأخير بين فصل كونتاكتور المولد وتوصيل كونتاكتور المصدر

دائرة التحكم ٥-٢

هذه هى دائرة تحويل تغذية دائرة التحكم من جهد المصدر الى جهد المولد والعكس وهى نفس دائرة التحويل الألى رقم ١



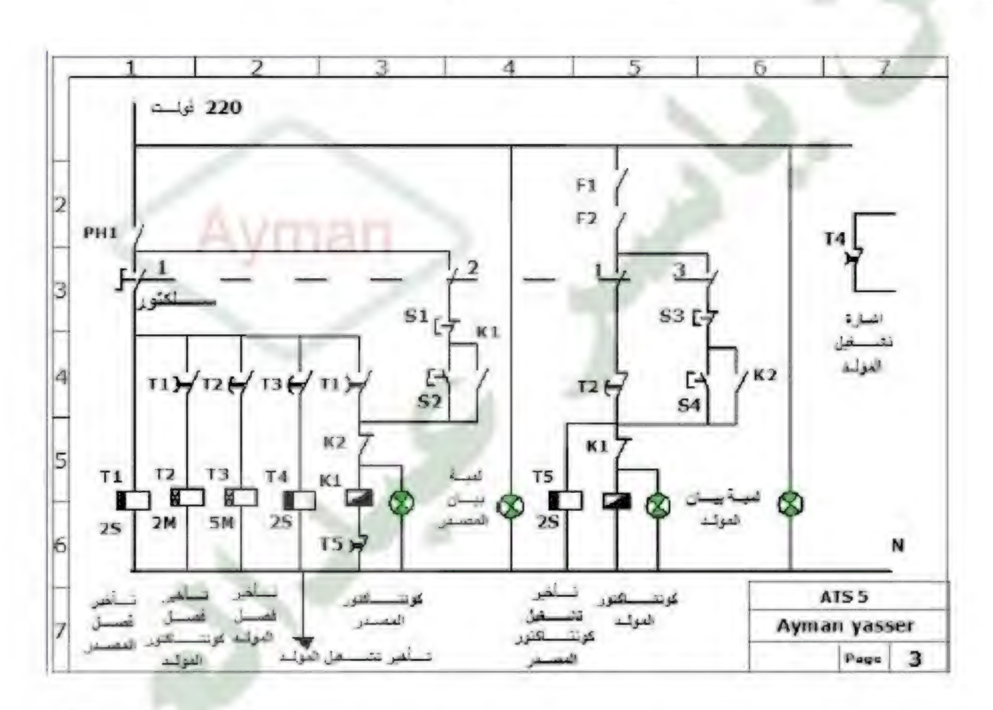
فى حالة وجود جهد المصدر سيعمل الكونتاكتور k1 بالتالى يعكس نقاطه سسيفتح النقاط ٢ و ٣ ويغلق النقاط ١ و ٤ بالتالى يتم تغذية دائرة التحكم من المصدر

فى حالة انقطاع جهد المصدر سيفصل الكونتاكتور K1 بالتالى تعود نقاطه الى وضعها الطبيعى ١ و ٤ تعود مفتوحة و ٢و ٣ تعود مغلقة بالتالى تغذية دائرة التحكم تكون من المولد

وهكذا..

دائرة التحكم ٥ـ٣

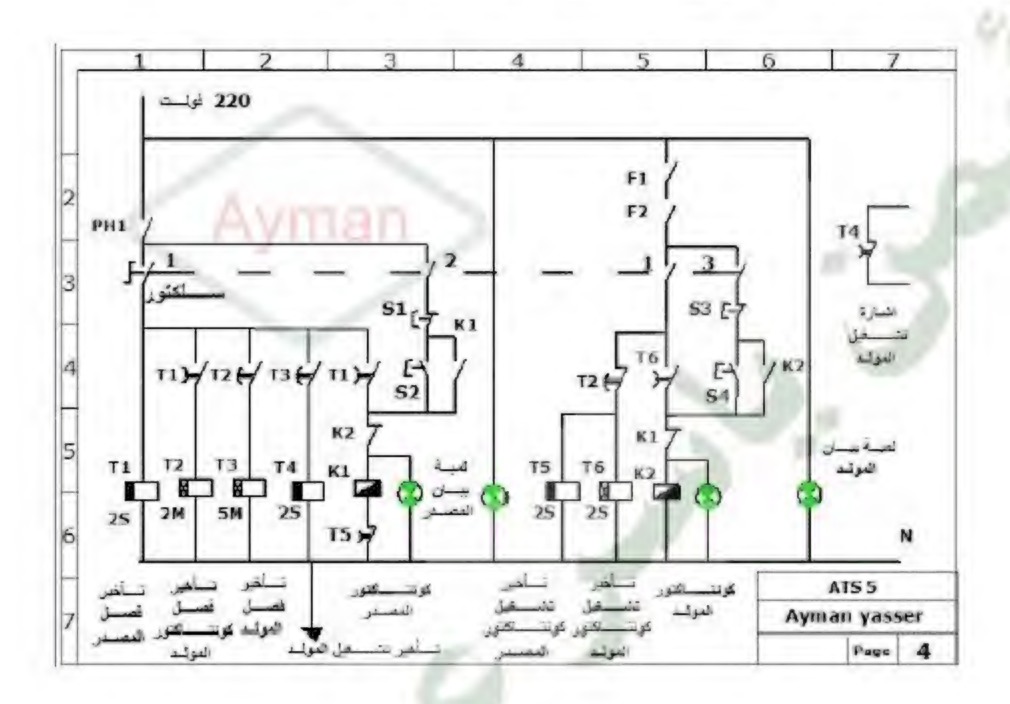
نفس الدائرة السابقة، فقط تم اضافة مؤقت زمنى T5 من النوع off delay توازى مع كونتاكتور المولد وتم توصيل نقطة مغلقة من المؤقت فى سكة تشغيل كونتاكتور المصدر
بالتالى فى حالة عمل المولد سيعمل المؤقت T5 وسيعكس نقاطه فورا بالتالى يفتح النقطة المغلقة فى سكة كونتاكتور المصدر
بعد فصل كونتاكتور المولد بواسطة المؤقت T2 سيفصل المؤقت T5وستظل نقطته مفتوحة لمنع تشغيل كونتاكتور المصدر وبعد مرور ثانيتين ستعود مغلقة بالتالى يعمل كونتاكتور المصدر



الهدف من المؤقت T5 هو عمل فاصل زمنى بين فصل كونتاكتور المولد وتوصيل كونتاتور المصدر..

دائرة التحكم ٥-٤

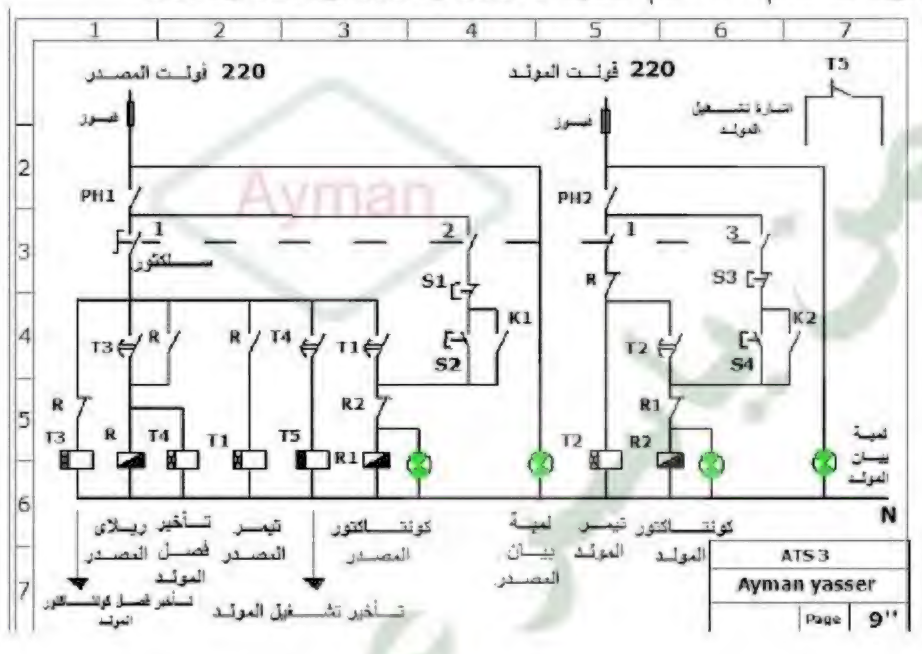
فقط تم استخدام مؤقت زمنى T6 لتأخير تشغيل كونتاكتور المولد لضمان ثبات جهد المولد اولا بدلا من الاعتماد على زمن التاخير الموجود فى ريلاى الحماية ضد ارتفاع/انخفاض الجهد والتردد



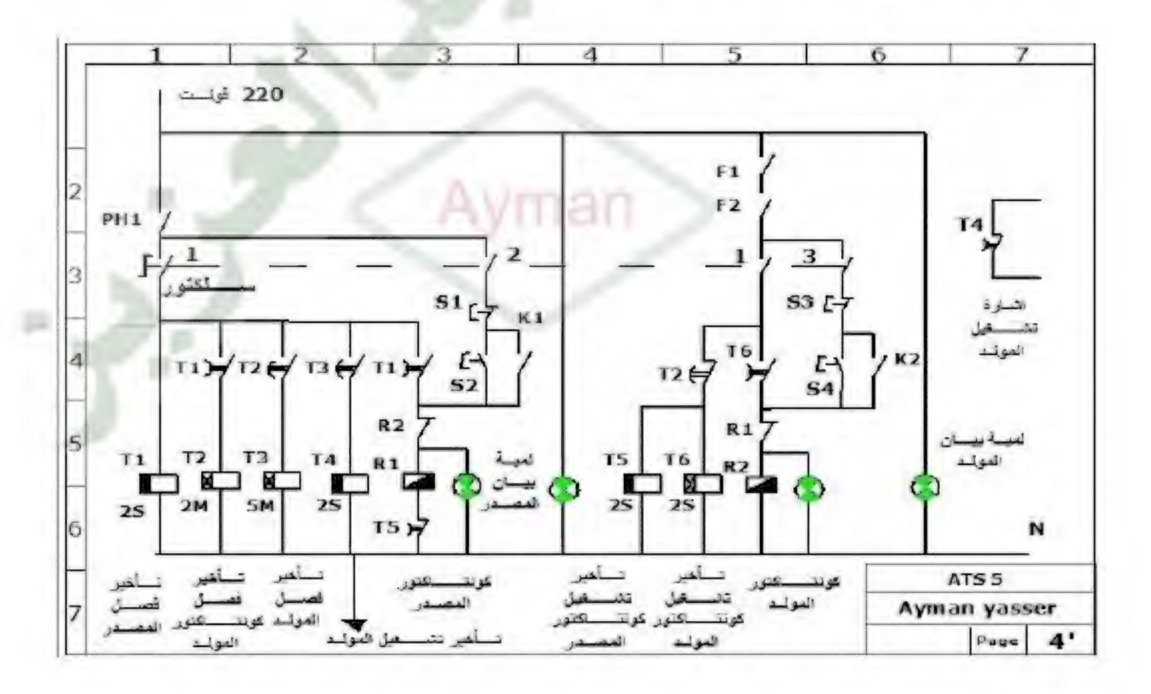
دائرة التحويل الالى للقاطع

بدلا من التحكم فى الكونتاكتور يتم الاستغناء عنه والتحكم مباشرة فى القاطع نفس الدوائر السابقة فقط سيتم استبدال كونتاكتور المولد وكونتاكتور المصدر بريلاى وسيتم استخدام الريلاى للتحكم فى القاطع

مثلا دائرة التحكم ٣-٩ تم استبدال K1 بـ R1 و K2 بـ R2



مثلا دائرة التحكم ٥-٤ تم استبدال K1 بـ R1 و K2 بـ R2



اولا التحكم فى القاطع بواسطة صمام

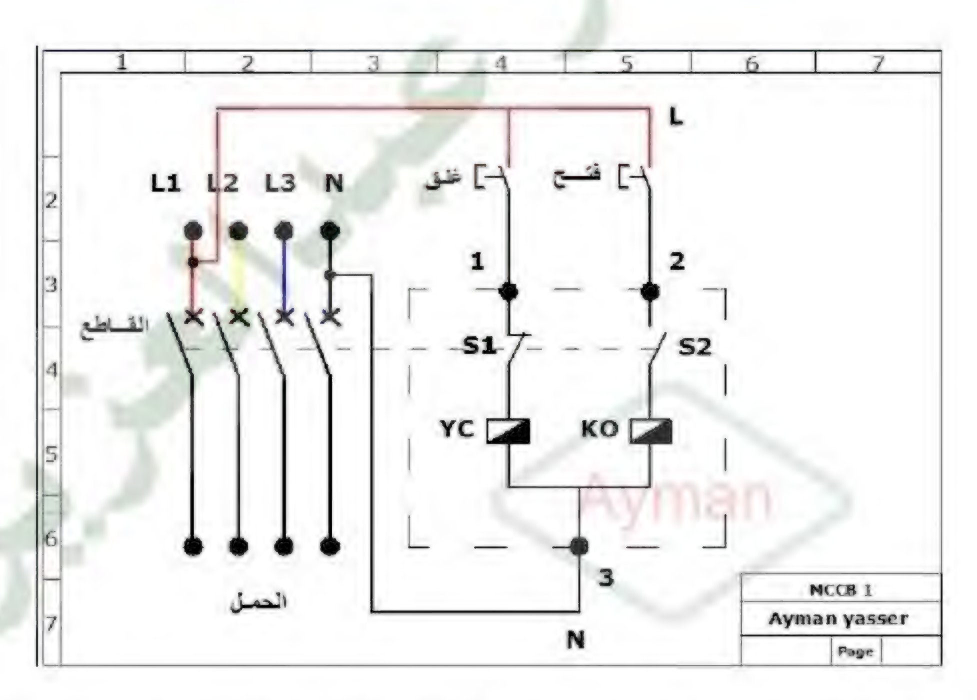
Solenoid operating mechanism

يتم تركيب الوحدة على القاطع ويتم التحكم فى القاطع يدويا بواسطة المفتاح او اليا بواسطة اشارة كهربية والتى قد تكون جهد متردد او مستمر ويكون ذلك محدد على الوحدة ،

عادة يستخدم مع القواطع منخفضة السعة اى القواطع حتى ١٦٠ امبير (قواطع ABB ايزو ماكس Abb sace isomax MCCB)

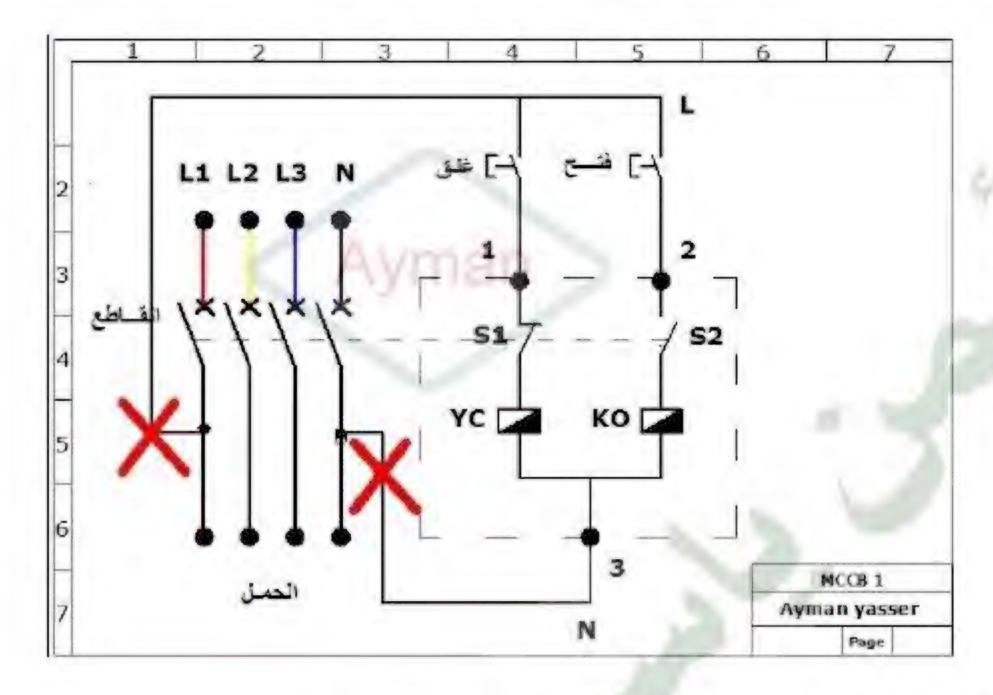
يوجد بداخل الوحدة صمام solenoid حين يعمل يجذب ذراع القاطع فيغلق ، كما يوجد ريلاى حين يعمل يفتح القاطع...



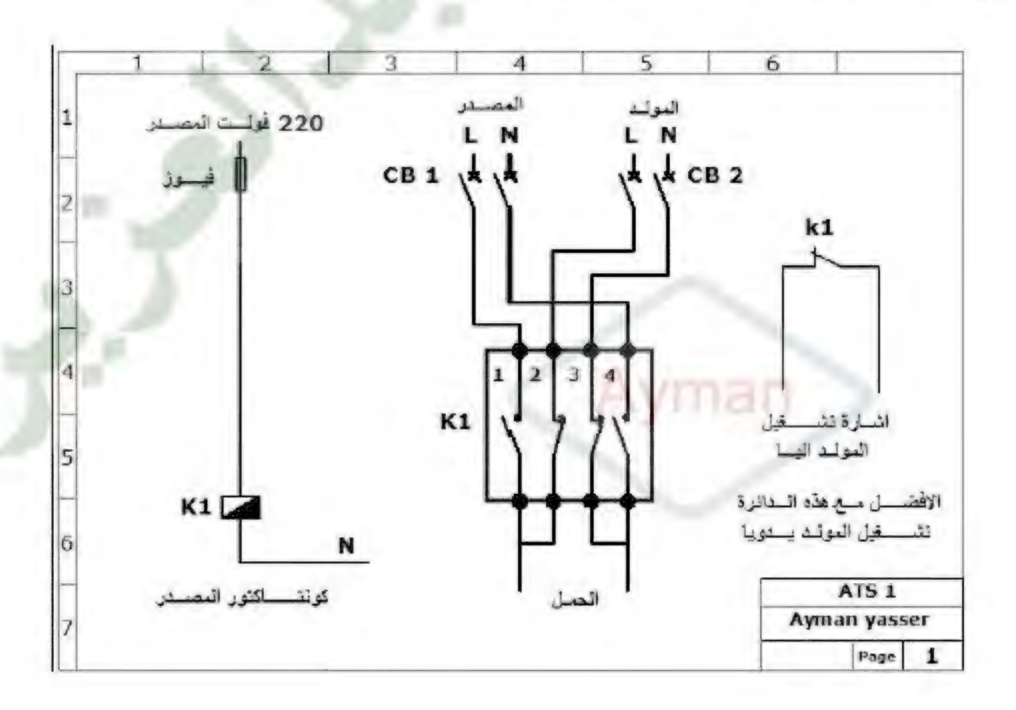


يتم توصيل مفتاح وضع طبيعى مفتوح لغلق القاطع بالنقطة ١ ومفتاح لفتح القاطع بالنقطة ٢ ويتم توصيل المحايد بالنقطة ٣ (الشرح التالى سيكون لوحدة تعمل بجهد ٢٢٠ فولت متردد.)

لاحظ ان تغذية الدائرة من دخل القاطع وليس من خرج القاطع !!



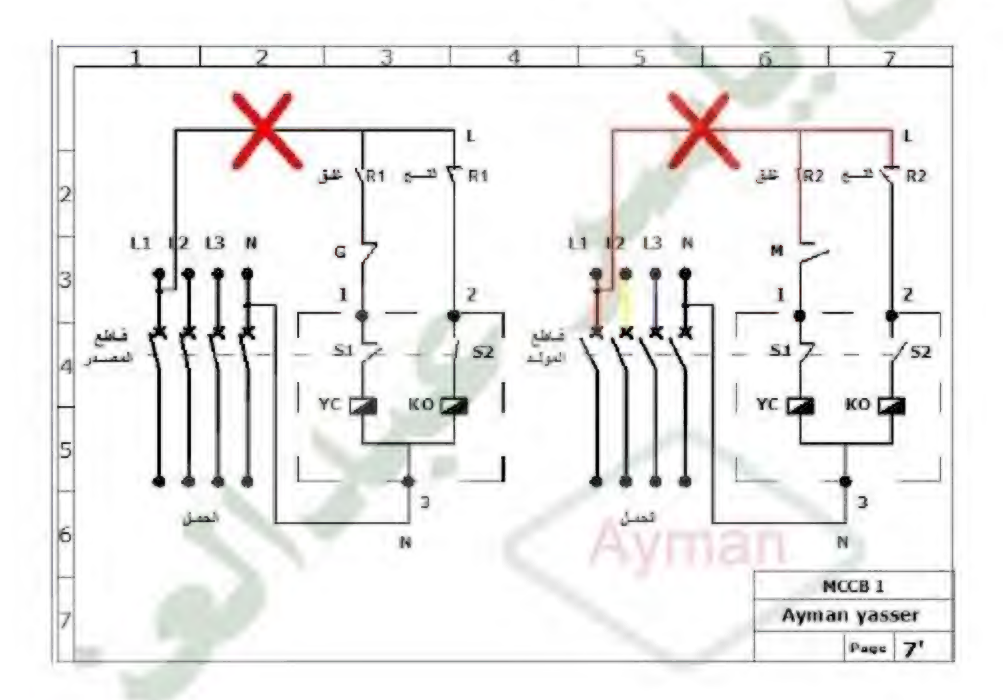
فى حالة التحكم فى القاطع بواسطة دوائر **التحويل الالى**
يجب ان يتم تغذية دائرة التحكم بواسطة دائرة التحويل الالى رقم ١
بالتالى فى حالة وجود المصدر يكون جهد التحكم من المصدر وفى حالة انقطاع المصدر وعمل المولد يكون جهد الدائرة من المولد..



ايضا كهرباء المصدر المتصلة بالنقطتين ١-٤ للكونتاكتور تكون من دخل قاطع المصدر وكهرباء المولد المتصلة بالنقطتين ٢-٣ للكونتاكتور تكون من دخل قاطع المولد !!

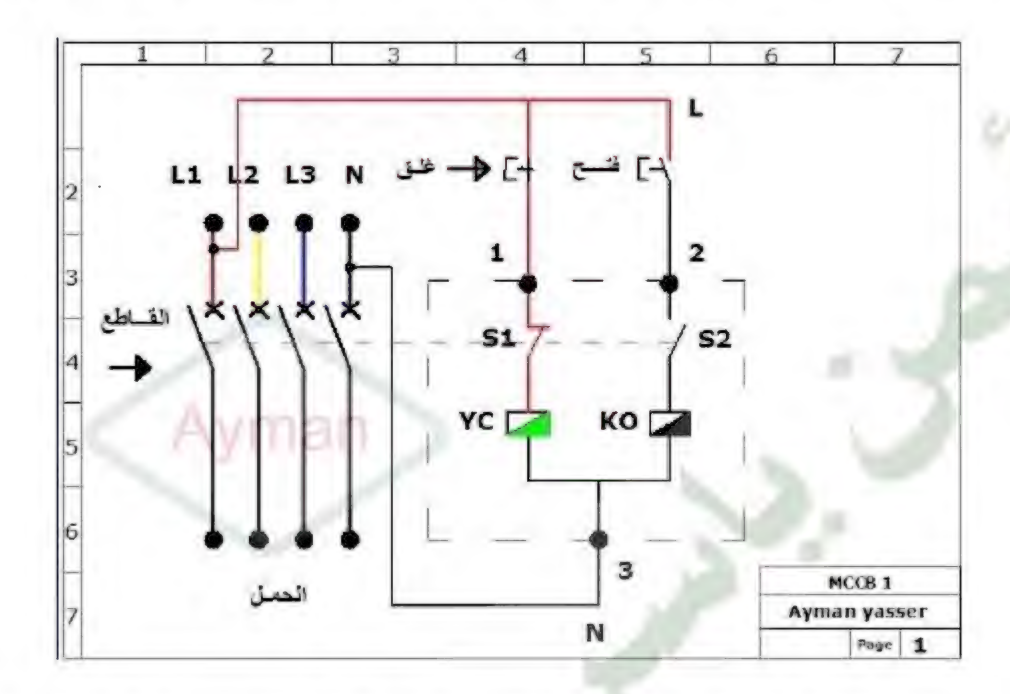
والسبب واضح حتى نستطيع التحكم فى القاطع فى حالة انقطاع المصدر او فى حالة فصل القاطع....

فمثلا لو فصل المصدر وعمل المولد فلن تستطيع فتح قاطع المصدر أليا بسبب عدم وجود جهد !!!
بالتالى لن تستطيع غلق قاطع المولد !!



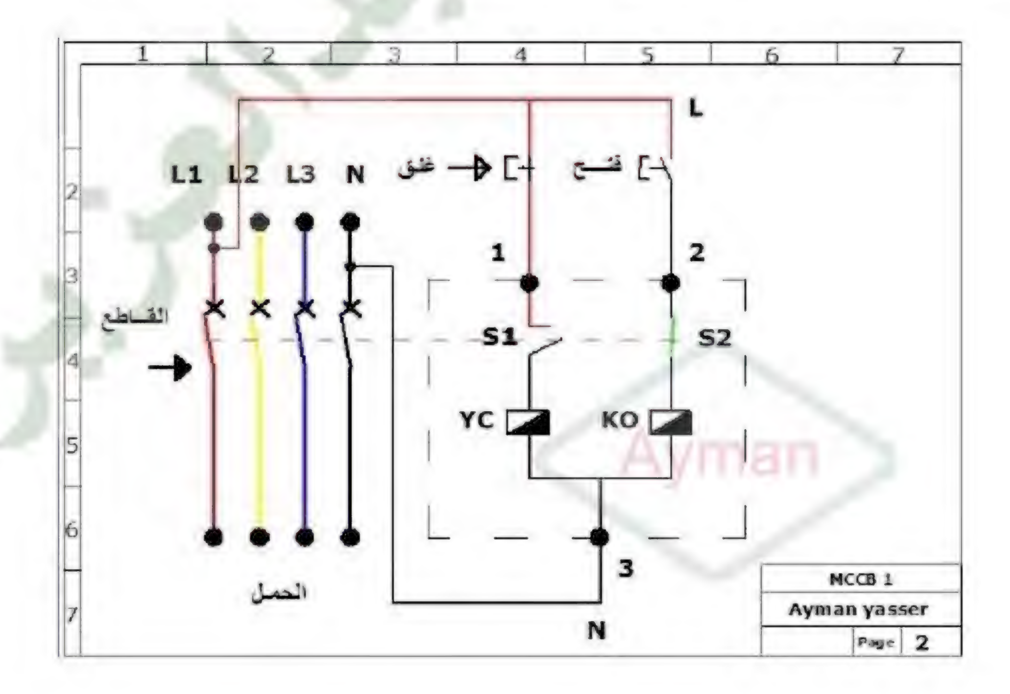
فى حالة الضغط على مفتاح غلق القاطع

يصل جهد للصمام YC عبر النقطة المغلقة S1 بالتالى يغلق القاطع

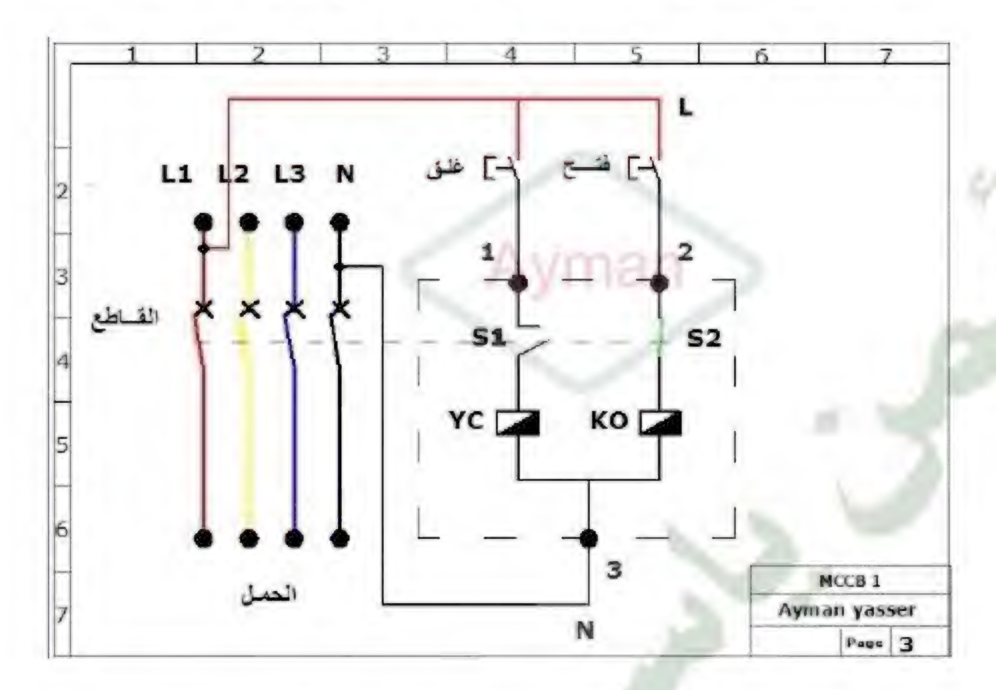


بمجرد غلق القاطع تنعكس النقاط S1 و S2 بالتالى تفتح S1 فيفصل YC وتغلق S2 تمهيدا لفتح القاطع.

بالتالى مهما ظللت تضغط على الزر سيظل الصمام فاصل بفضل S1

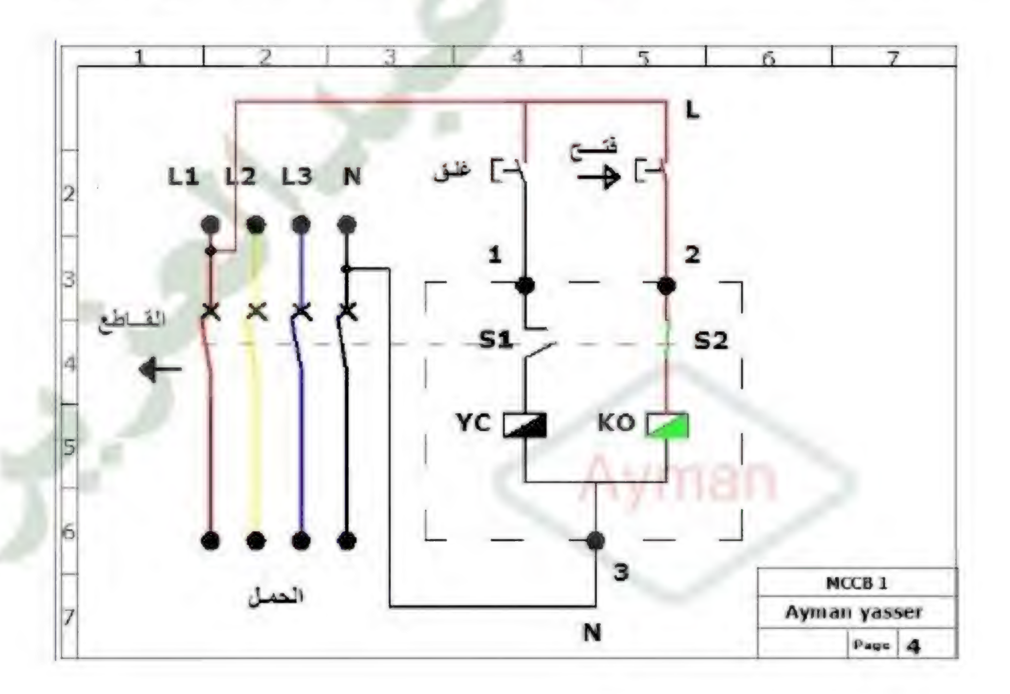


تم رفع الاصبع عن زر الغلق والقاطع مازال مغلق!!

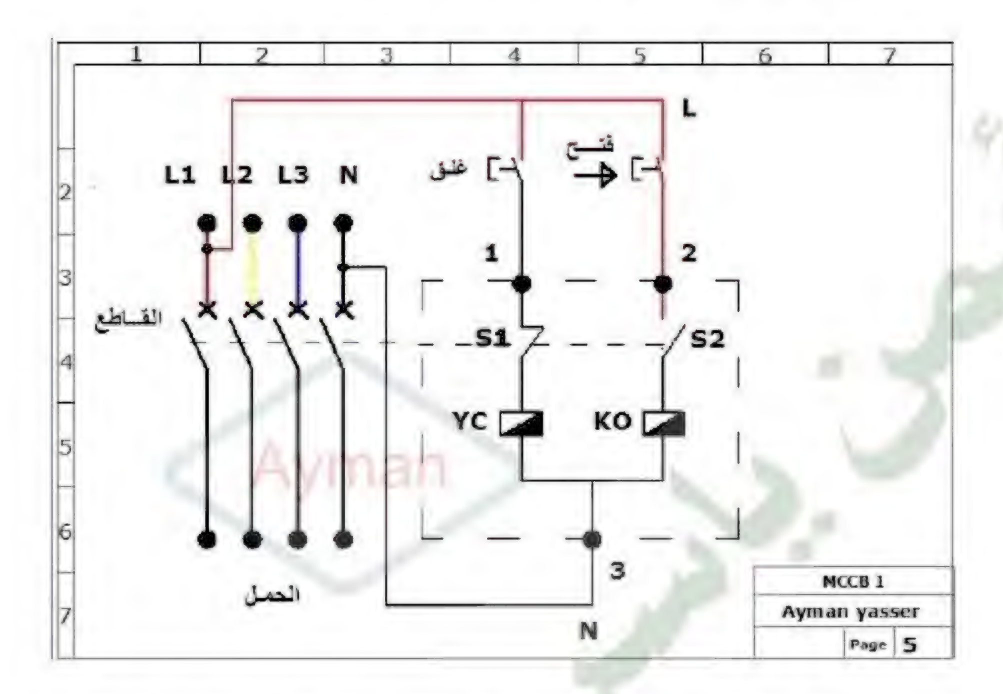


تم الضغط على زر فتح القاطع

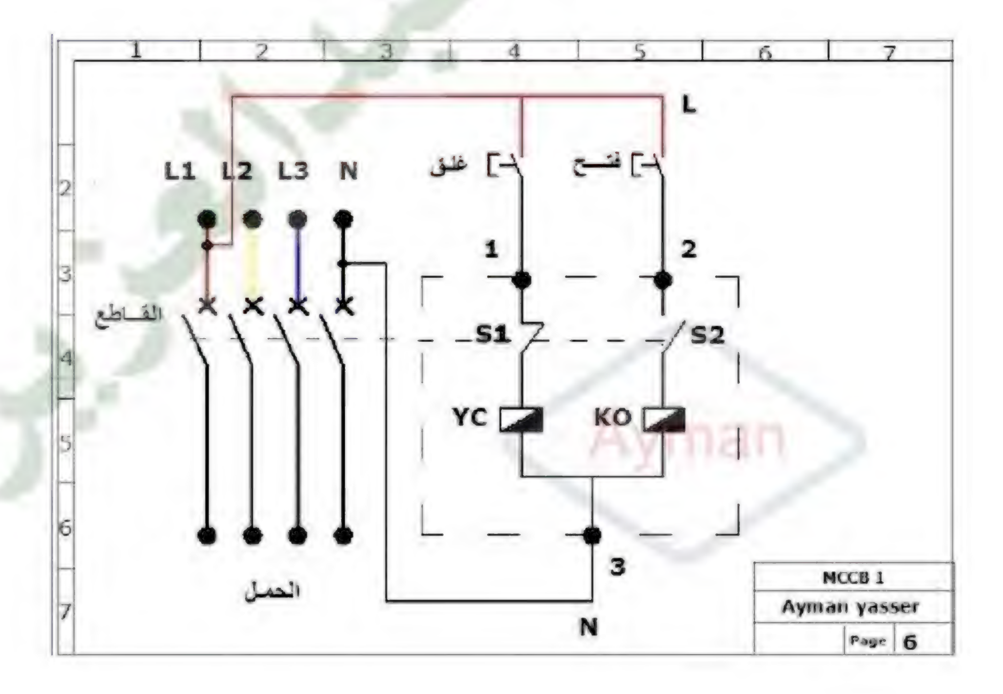
يصل تغذية للريلاى KO عبر النقطة المغلقة S2 فيفتح القاطع



بعد تمام فتح القاطع تعود النقاط لوضعها الطبيعى فتفتح النقطة S2 فيفصل الريلاى KO وتغلق النقطة S2 تمهيدا لغلق القاطع

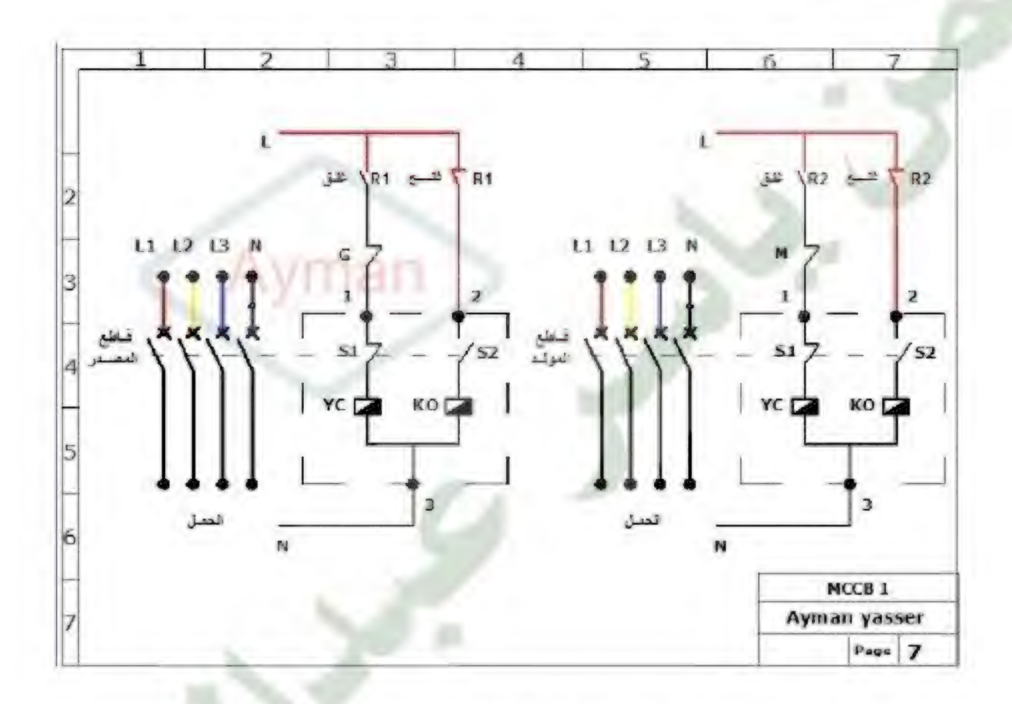


تم رفع الاصبع عن مفتاح الفتح ، والقاطع يظل فاتح وهكذا...



فى حالة استخدام هذه الوحدة للتحكم آليا فى القاطع بواسطة دائرة التحويل الالى ATS

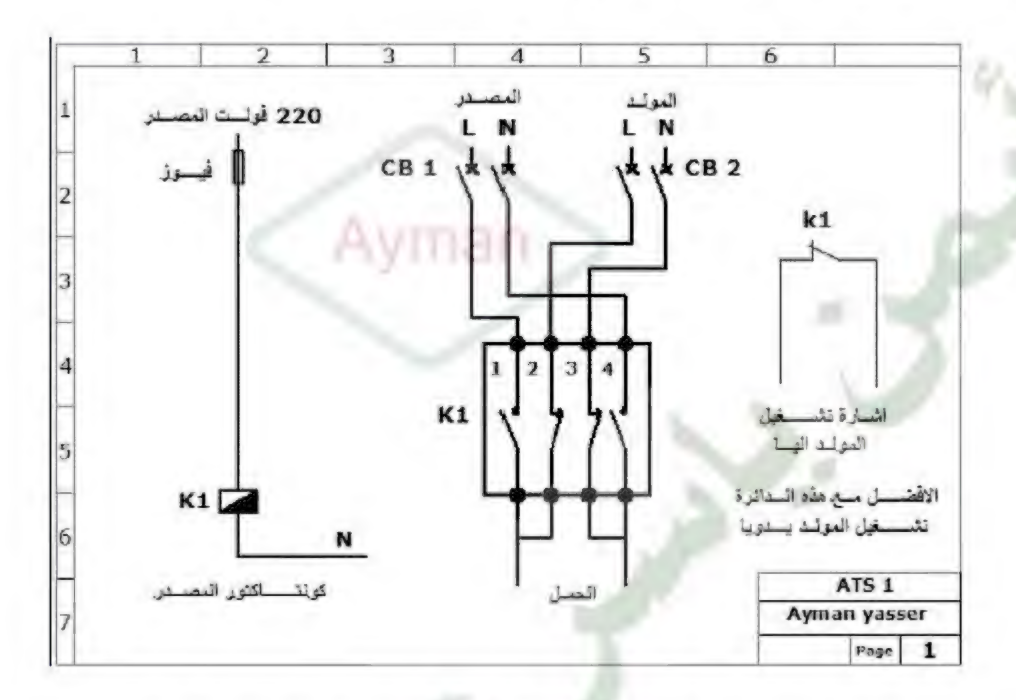
يتم استبدال مفتاح فتح قاطع المصدر بنقطة مغلقة من الريلاى R1
يتم استبدال مفتاح غلق قاطع المصدر بنقطة مفتوحة من الريلاى R1
يتم توصيل نقطة مغلقة من قاطع المولد G فى سكة غلق قاطع المصدر (انترولك كهربى)



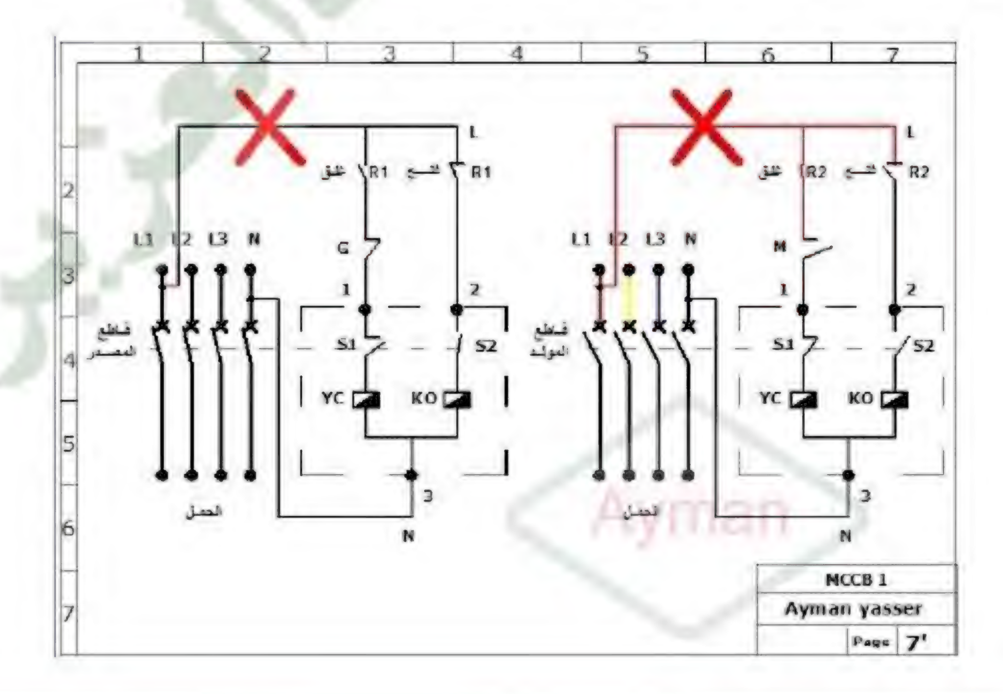
يتم استبدال مفتاح فتح قاطع المولد بنقطة مغلقة من الريلاى R2
يتم استبدال مفتاح غلق قاطع المولد بنقطة مفتوحة من الريلاى R2
يتم توصيل نقطة مغلقة من قاطع المصدر M فى سكة غلق قاطع المولد (انترولك كهربى)

يفضل ايضا ان يكون هناك انترلوك ميكانيكى بين القاطعين

يجب ان يكون جهد التحكم فى قاطع المصدر وقاطع المولد ودائرة التحويل الالى من خرج هذه الدائرة حتى يمكن التحكم فى القاطع فى حالة انقطاع المصدر او فى حالة فصل القاطع...



لايجب ان يكون جهد التحكم من القاطع نفسه! فمثلا لو فصل المصدر وعمل المولد فلن تستطيع فتح قاطع المصدر أليا بسبب عدم وجود جهد !!! بالتالى لن تستطيع غلق قاطع المولد !!



التحكم فى القاطع باستخدام محرك

Direct action motor operator

يتم تركيب الوحدة على القاطع ويتم التحكم فى القاطع يدويا بواسطة المفتاح او اليا بواسطة اشارة كهربية والتى قد تكون جهد متردد او مستمر ويكون ذلك محدد على الوحدة ،

عادة يستخدم مع القواطع سعة ١٦٠-٦٣٠ امبير

(قواطع ABB ايزو ماكس Abb sace isomax MCCB)

يوجد بداخل الوحدة محرك توالى series motor حين يدور فى اتجاه يقوم بغلق القاطع ، وحين يدور فى الاتجاه المعاكس يقوم بفتح القاطع



محرك التوالى عبارة عن محرك به ملفات دوارة وملفات ثابتة تسمى ملفات المجال وتتصل الملفات الدوارة بملفات المجال بواسطة فرش كربونية

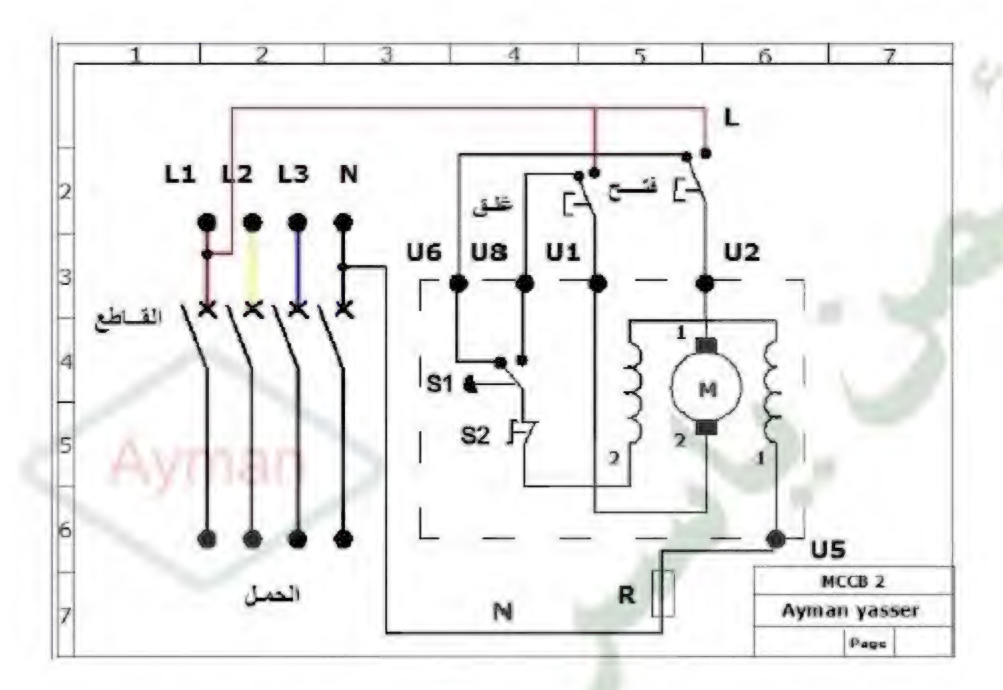
لعكس حركة هذا المحرك يجب عكس الكهرباء على ملفات المجال فقط او على الملفات الدوارة فقط

A1 — L1 A1 (A) A2 S1 S2 L2 | A2 — L1 A2 (A) A1 S1 S2 L2

الملفات الدوارة — ملفات المجال

مثال لهذا المحرك هو الخلاط الكهربائى ، عند عكس وضع فيشة المحرك فى مقبس الكهرباء لا ينعكس اتجاه الدوران حيث ان ملفات المجال والملفات الدوارة توالى بالتالى تم عكس التغذية للاثنين معا بالتالى يكون اتجاه الدوران ثابت....

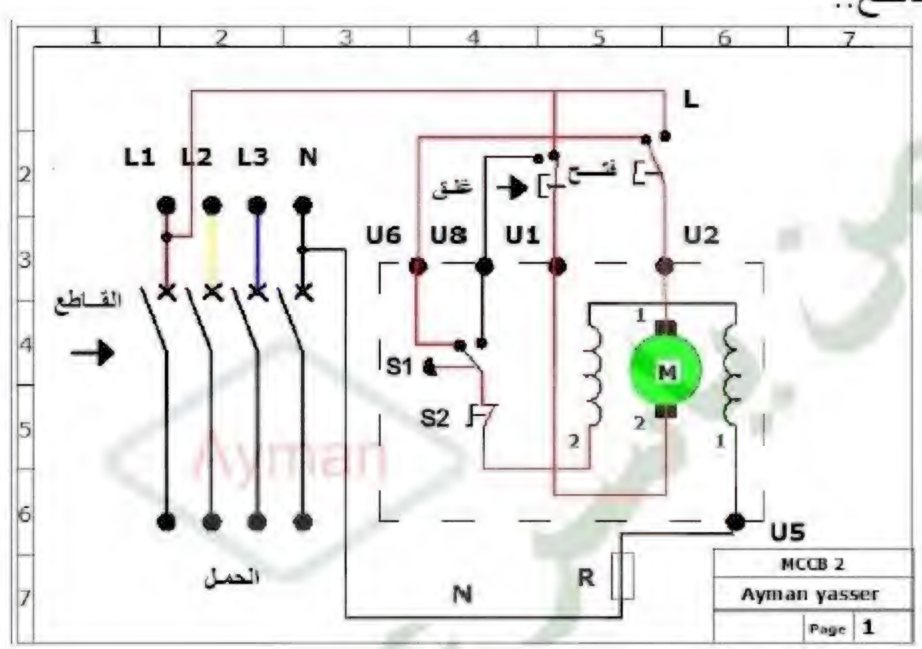
لفتح القاطع يتم استخدام مفتاح لحظى به نقطتين ، نقطة مفتوحة واخرى مغلقة والطرف المشترك للنقطتين يتم توصيله بالنقطة U2 وطرف النقطة المفتوحة بمصدر الكهرباء وطرف النقطة المغلقة ب U6



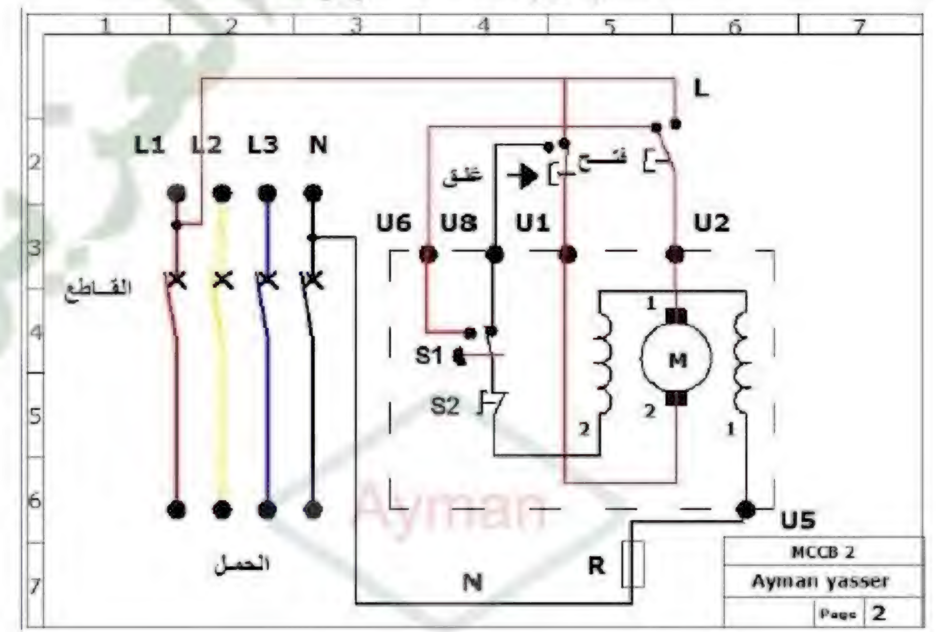
لغلق القاطع يتم استخدام مفتاح لحظى به نقطتين ، نقطة مفتوحة واخرى مغلقة والطرف المشترك للنقطتين يتم توصيله بالنقطة U1 وطرف النقطة المفتوحة بمصدر الكهرباء وطرف النقطة المغلقة ب U8
يوجد سلكتور S2 للتحويل بين التشغيل الالى والتشغيل اليدوى
يوجد ايضا مفتاح S1 يتم التحكم به بواسطة كامة داخليا...

بالضغط على مفتاح غلق القاطع

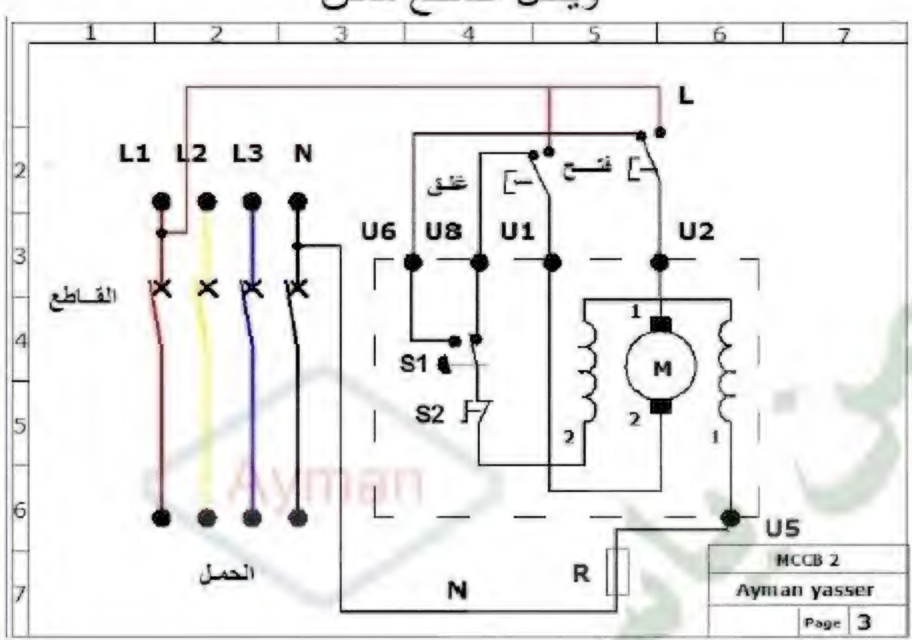
يصل التغذية الى U1 ومنها الى النقطة 2 بالملفات الدوارة للمحرك ومنها للنقطة ١ ومنها عبر النقطة المغلقة لمفتاح الفتح الى U6 وعبر النقطة المغلقة ل S1 الى الطرف ٢ لملفات المجال بالتالى يعمل المحرك فى اتجاه غلق القاطع..



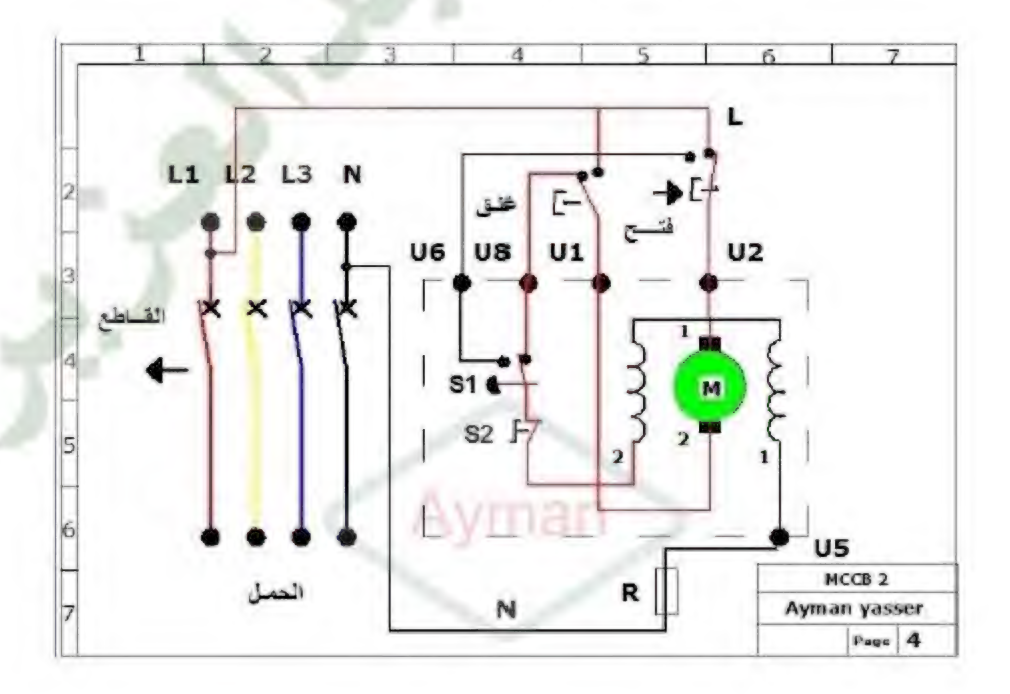
بمجرد غلق القاطع تفتح S1 فيفصل U6 عن الطرف ٢ لملفات المجال ويصلها الى النقطة U8 بالتالى يفصل المحرك لانقطاع مسار ربط ملفات المجال بالملفات الدوارة



تم رفع الاصبع عن مفتاح الغلق بالتالى انقطع التيار عن الملفات الدوارة... ويظل القاطع مغلق

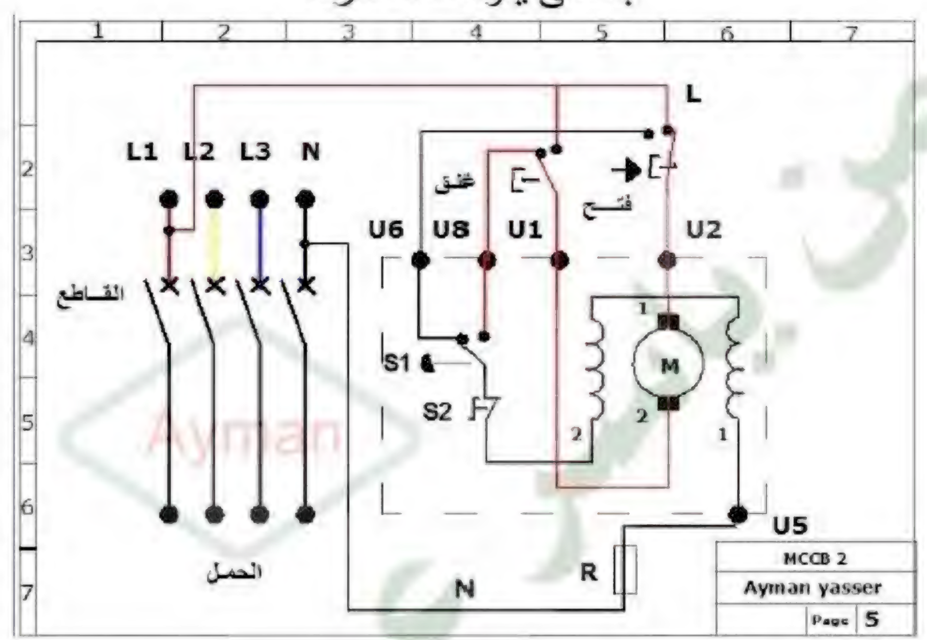


تم الضغط على مفتاح فتح القاطع فوصلت التغذية الى النقطة ١ للملفات الدوارة ومنها للنقطة ٢ ومنها الى U1 وعبر النقطة المغلقة لمفتاح الغلق الى U8 وعبر S1 الى S2 الى النقطة ٢ لملفات المجال بالتالى يعمل المحرك عكس ويفتح القاطع

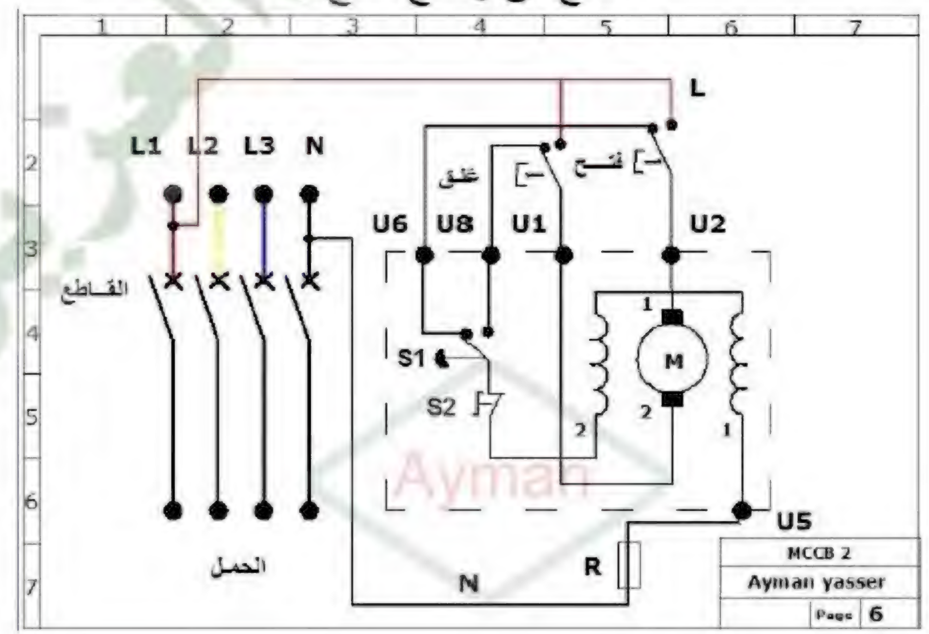


(انعكست تغذية الملفات الدوارة ولم تنعكس تغذية ملفات المجال بالتالى انعكست حركة المحرك)

بعد فتح القاطع انعكس المفتاح S1 ففصل النقطة التى تصل U8 ب ٢ لملفات المجال ، وغلق النقطة التى تصل U6 بالنقطة ٢ لملفات المجال بالتالى يتوقف المحرك



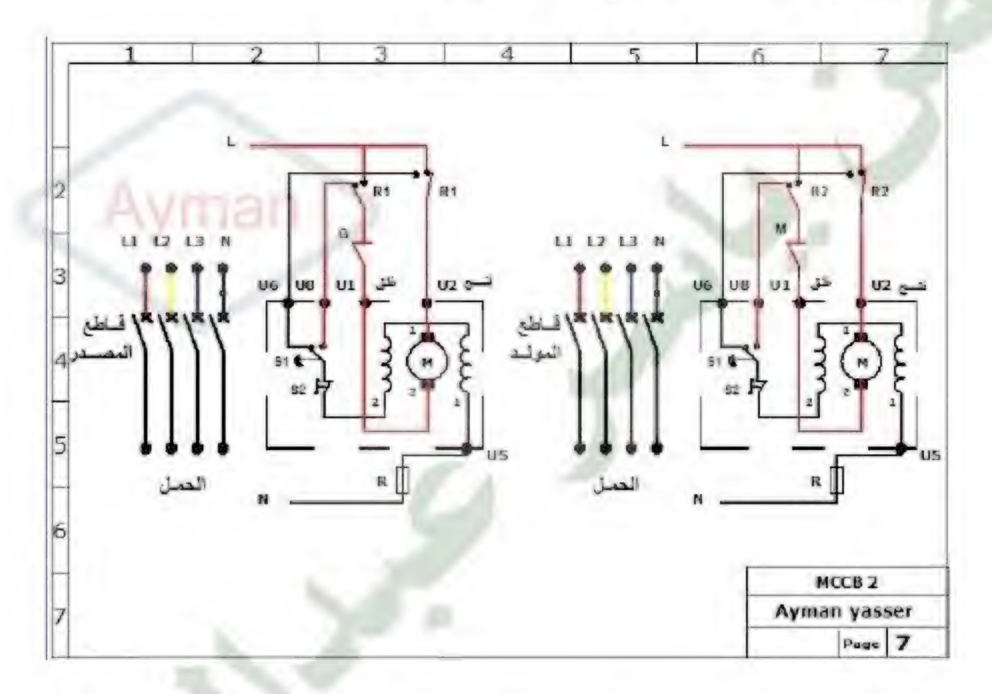
برفع اصبعك عن المفتاح تنقطع التغذية عن الملفات الدوارة وايضا يظل القاطع فى وضع الفتح!!



فى حالة استخدام هذه الوحدة للتحكم فى القاطع بواسطة دائرة التحويل الألى ATS

يتم استخدام نقطة مفتوحة واخرى مغلقة من الريلاى R1 لفتح قاطع المصدر

- يتم توصيل الطرف المشترك للنقطتين ب U2
- يتم توصيل النقطة المغلقة بالكهرباء
- يتم توصيل النقطة المفتوحة ب U6



يتم استخدام نقطة مفتوحة واخرى مغلقة من الريلاى R1 لغلق قاطع المصدر

- يتم توصيل الطرف المشترك للنقطتين ب U1
- يتم توصيل النقطة المفتوحة بالكهرباء
- يتم توصيل النقطة المغلقة ب U8

نفس الكلام مع قاطع المولد ولكن النقاط تكون من الريلاى R2

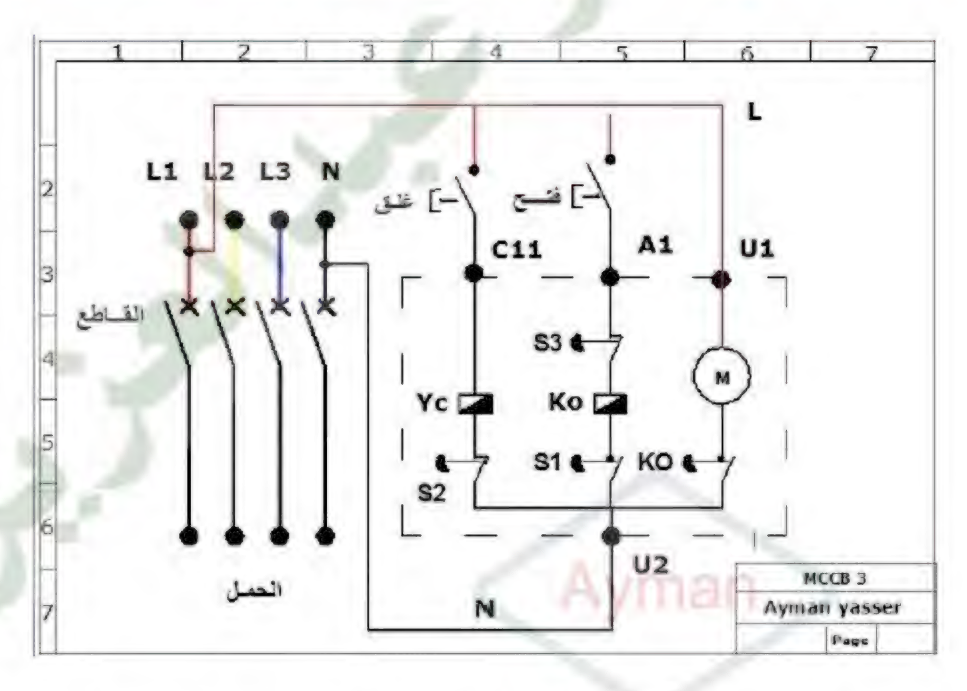
يتم استخدام انترلوك كهربى عبارة عن نقطة مغلقة من قاطع المولد G فى سكة غلق قاطع المصدر ونقطة مغلقة من قاطع المصدر M فى سكة غلق قاطع المولد

ايضا تغذية دائرة التحكم تكون عبر دائرة التحويل الالى رقم ١ ....

التحكم فى القاطع باستخدام صمام ومحرك لشحن الياى
Stored energy motor operator

يتم تركيب الوحدة على القاطع ويتم التحكم فى القاطع يدويا بواسطة المفتاح او اليا بواسطة اشارة كهربية والتى قد تكون جهد متردد او مستمر ويكون ذلك محدد على الوحدة ،
عادة يستخدم مع القواطع سعة ٦٣٠-١٦٠٠ امبير
(قواطع ABB ايزو ماكس Abb sace isomax MCCB)
يوجد بداخل الوحدة محرك يقوم بشحن الياى تمهيدا لغلق القاطع بواسطة صمام solenoid ويتم فتح القاطع بواسطة ريلاى

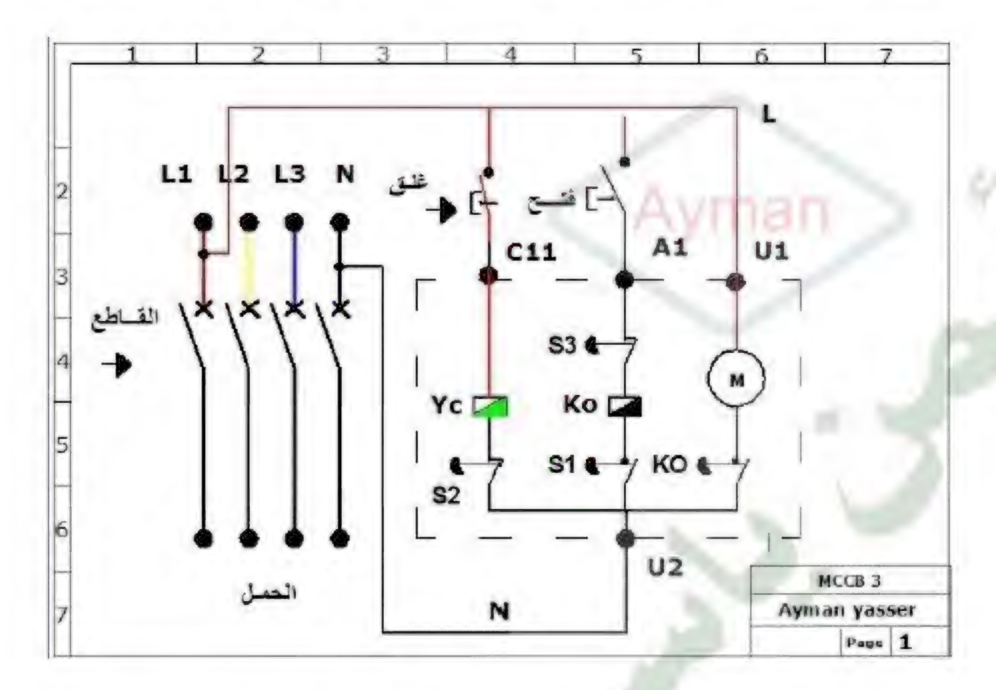




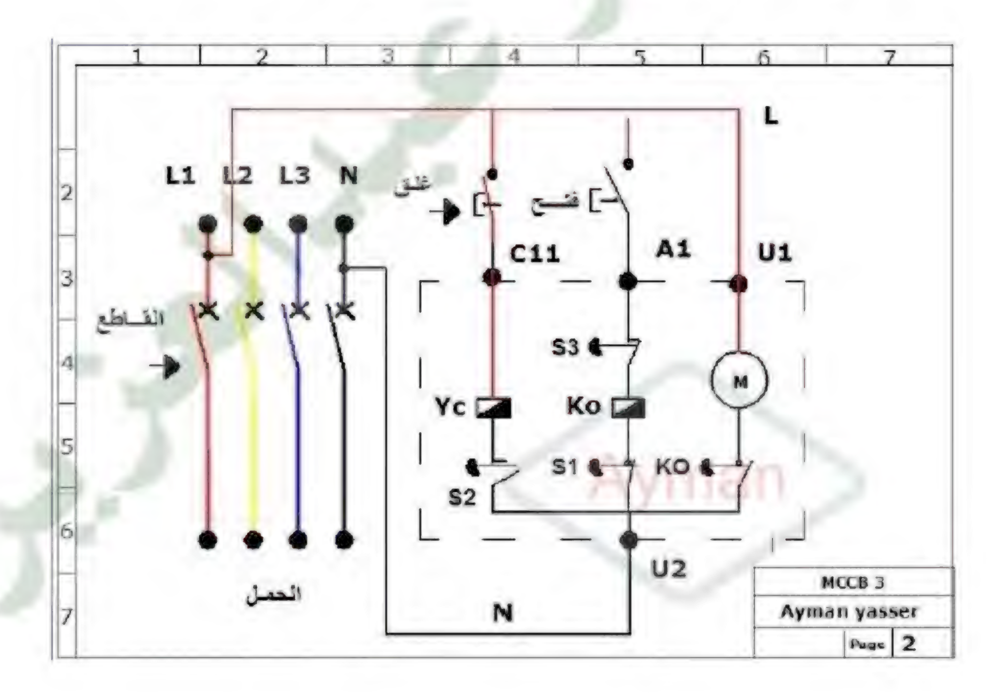
يتم توصيل مفتاح فتح القاطع بالنقطة A1 ومفتاح غلق القاطع بالنقطة C11
يتم توصيل كهرباء للمحرك عبر النقطة U1 وتوصيل المحايد للنقطة U2

S1 نقطه تتفتح بعد فتح القاطع لقطع تغذية عن ريلاى الفتح KO
S2 نقطة تفتح عند غلق القاطع لتقطع التغذية عن صمام الغلق YC
KO نقطة تغلق عند عمل ريلاى الفتح KO حتى يعمل المحرك لشحن الياى تمهيدا لغلق القاطع وتفتح هذه النقطة بعد فتح القاطع وشحن الياى لفصل الكهرباء عن المحرك...

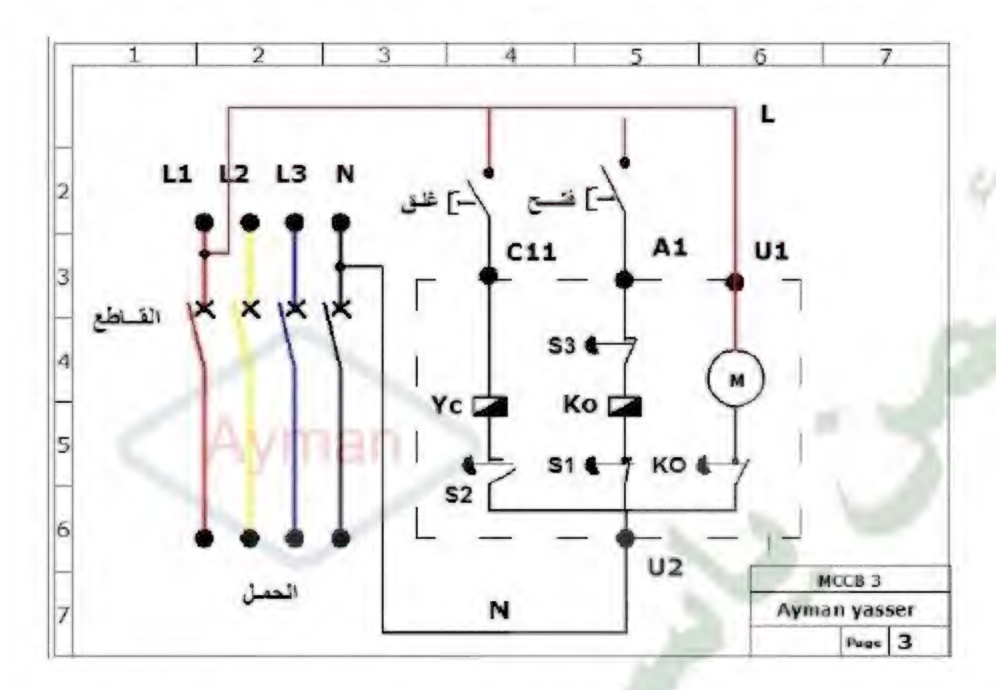
عند الضغط على زر غلق القاطع يعمل الصمام YC فيغلق القاطع



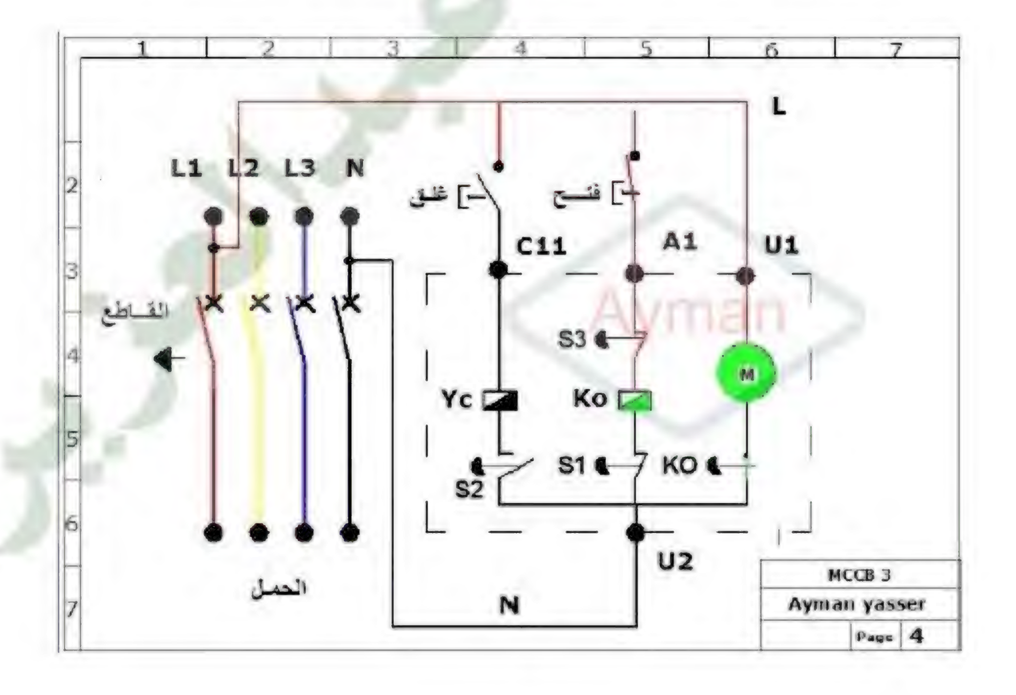
بعد غلق القاطع تفتح النقطة S2 بالتالى يفصل الصمام YC



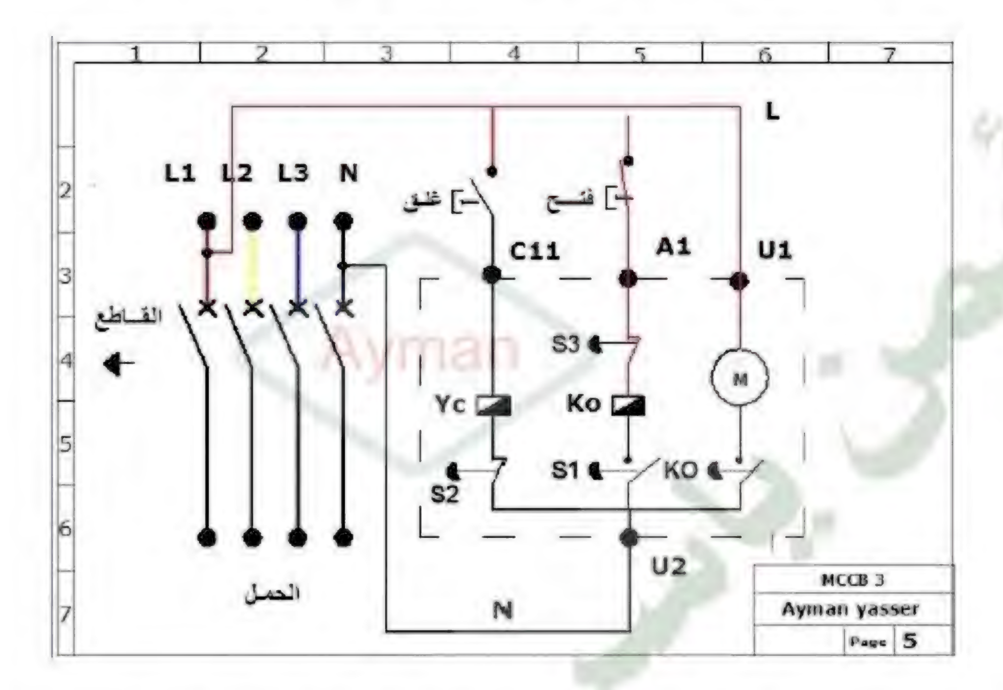
برفع الاصبع عن مفتاح الغلق يظل القاطع مغلق!!



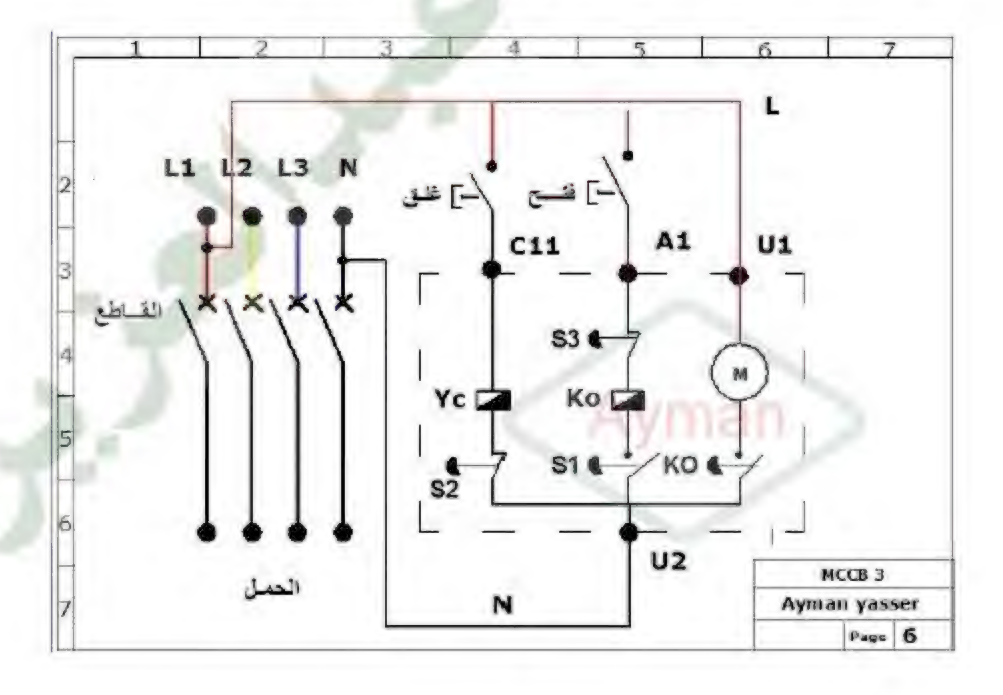
بالضغط على مفتاح فتح القاطع يعمل الريلاى KO فيفتح القاطع ايضا يغلق الريلاى نقطته المفتوحة KO فيعمل محرك شحن الياى



بعد تمام فتح القاطع تفتح النقطة S1 فيفصل الريلاى KO ، ولن تفصل النقطة KO الا بتمام شحن الياى بالتالى يفصل المحرك

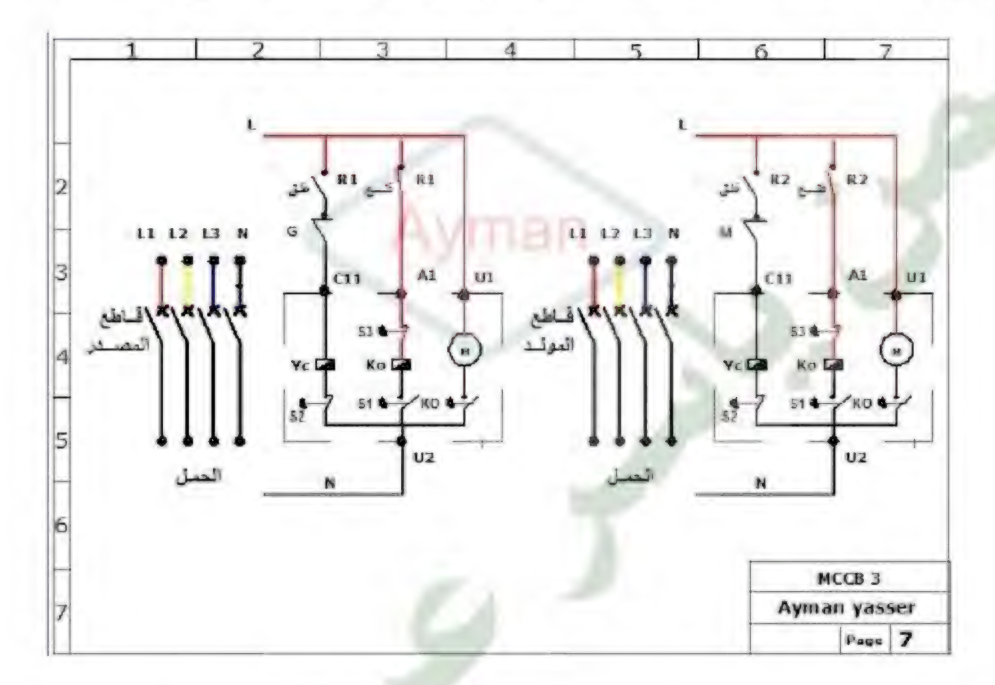


برفع الاصبع يظل القاطع مفتوح وجاهز للغلق لان الياى مشحونة!!



لاستخدام هذه الوحدة للتحكم فى القاطع بواسطة دائرة تحويل ألى ATS
للتحكم فى قاطع المصدر يتم استخدام نقطة مفتوحة واخرى مغلقة من الريلاى R1

- يتم توصيل نقطة مغلقة من الريلاى R1 الى A1 لفتح قاطع المصدر
- يتم توصيل نقطة مفتوحة من الريلاى R1 لغلق قاطع المصدر



للتحكم فى قاطع المولد يتم استخدام نقطة مفتوحة واخرى مغلقة من الريلاى R2

- يتم توصيل نقطة مغلقة من الريلاى R2 الى A1 لفتح قاطع المصدر
- يتم توصيل نقطة مفتوحة من الريلاى R2 لغلق قاطع المصدر

يتم عمل انترلوك بين القاطعين بوضع نقطة مغلقة من قاطع المولد G فى سكة غلق قاطع المصدر ونقطة مغلقة من قاطع المصدر M فى سكة غلق قاطع المولد لمنع غلق الاثنين قاطع معا لمنع حدوث قصر!!

تغذية دائرة التحكم بواسطة دائرة التحويل الالى رقم١

ثانيا: دائرة تحويل ألى الكترونية
عبارة عن وحدة الكترونية مبرمجة تحل محل الريليهات والمؤقتات الزمنية وريلاى الحماية، وبها رسم توضيحى mimic مزود بلمبات لبيان حالة الدائرة او مزودة بشاشة الكترونية
يتم توصيل ثلاث فاز المصدر والمحايد اليها كما يتم توصيل فاز ومحايد من المولد اليها ويوجد بها ثلاث نقاط توصيل
النقطة الاولى وضع طبيعى مغلق لتشغيل كونتاكتور المصدر
النقطة الثانية وضع طبيعى مفتوح لتشغيل كونتاكتور المولد
النقطة الثالثة وضع طبيعى مفتوح لتشغيل المولد

المميزات
- ✓ ارخص فى السعر من المؤقت الزمنى والريلاى ولمبات البيان
- ✓ مساحة الوحدة صغيرة وتثبت فى باب لوحة التحكم بالتالى توفر الاماكن التى كانت مستخدمة فى تركيب المؤقتات والريليهات..
- ✓ ابسط فى التركيب ، فقط ستقوم بتوصيل اشارة لتشغيل كونتاكتور المصدر واشارة لتشغيل كونتاكتور المولد واشارة لتشغيل المولد
- ✓ الرسم التوضيحى ميمك mimic المزود بلمبات البيان او الشاشة الالكترونية تكون افضل واوضح من لمبات البيان
- ✓ سهولة دائرة التحكم وسهولة تتبع الاعطال
- ✓ الوحدات الحديثة قابلة للبرمجة فيمكن بسهولة تغيير قيم الازمنة وقيم الحمايات (ارتفاع/انخفاض الجهد والتردد) كما تتميز بعض الوحدات بامكانية برمجة نقاط دخل وخرج لاداء وظيفة معينة بالتالى تعطى مرونة اكبر بكثر فى الاداء

يوجد ايضا بعض انواع وحدات تشغيل المولد تكون بها خاصية التحويل الآلى بين المصدر والمولد ATS

مثال: وحدة تحويل ألى ماركة داتكوم الروسية



تقوم بالتحويل أليا من المصدر الى المولد فى حالة انقطاع المصدر او انخفاض/ارتفاع جهد المصدر عن الحدود المسموح بها وتعمل الوحدة بواسطة جهد بطارية المولد
توجد مقاومة متغيرة لضبط اقل جهد من ٧٠-٢٧٠ فولت
اعلى جهد قيمة ثابتة ٣٧٠ فولت
يوجد مفتاح اختبار لاختبار تشغيل المولد (بدون تحويل الحمل على المولد)

ألية التشغيل
فى حالة وجود كهرباء المصدر وكانت فى الحدود المسموح بها فان كونتاكتور المصدر يعمل عبر نقطة وضع طبيعى مغلق ويكون الحمل متصل بالمصدر
فى حالة سقوط فاز للمصدر او انخفاض/ارتفاع جهد المصدر عن الحدود المسموح بها او انقطاع جهد المصدر

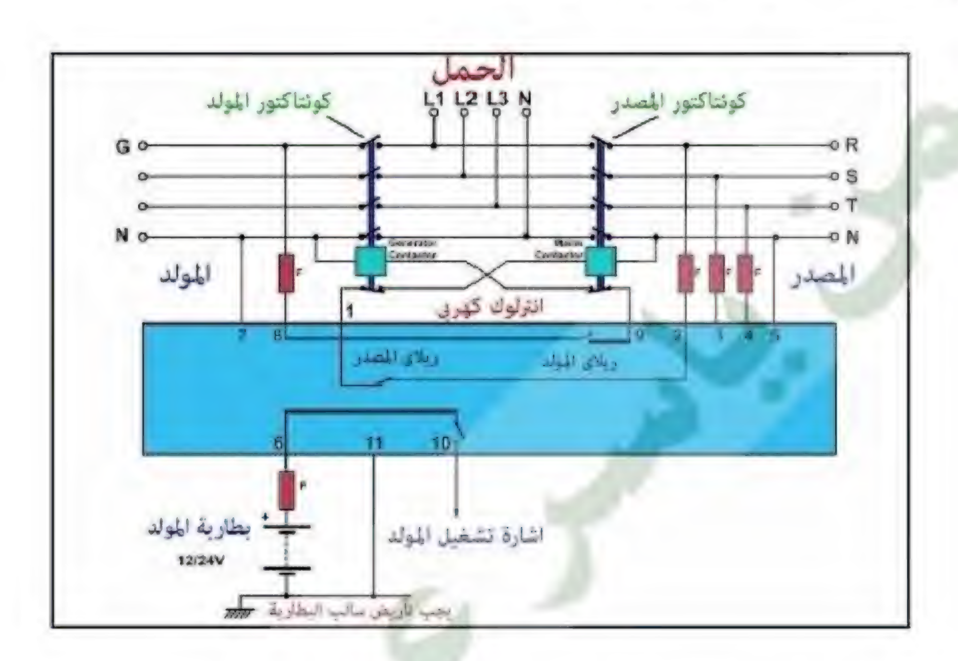
- ✓ تتحول لمبة بيان المصدر من اللون الاخضر الى اللون الاحمر
- ✓ يفصل كونتاكتور المصدر وتنطفىء لمبة بيان الكونتاكتور الخضراء
- ✓ بعد مرور زمن تأخير تشغيل المولد (٣ ثوانى) ستغلق الوحدة النقطة المفتوحة المسئولة عن تشغيل المولد بالتالى يعمل المولد
- ✓ بعد وصول جهد المولد للحدود المسموحة ستضىء لمبة بيان المولد باللون الاصفر وستعد الوحدة زمن تسخين محرك المولد
- ✓ بعد انتهاء زمن تسخين المحرك (٥ ثوانى) ستضىء لمبة المولد باللون الاصفر المتقطع فلاش وتبدء بعد زمن تأخير تشغيل كونتاكتور المولد

- ✓ بعد مرور زمن تأخير تشغيل الكونتاكتور(تقريبا ثانية) سيعمل كونتاكتور المولد وتضيء لمبة بيان الكونتاكتور باللون الاخضر وايضا ستثبت لمبة بيان المولد باللون الاصفر
- ✓ بعد عودة كهرباء المصدر للحدود المسموح بها ستضيء لمبة بيان المصدر باللون الاخضر وستبدء عد زمن تأخير عودة المصدر للتأكد من ثبات كهرباء المصدر
- ✓ بعد مرور زمن تأخير عودة المصدر (٣٠ ثانية) والمصدر مازال مستقر سيفصل كونتاكتور المولد وستنطفيء لمبة كونتاكتور المولد وستضيء لمبة بيان المصدر باللون الاخضر بصورة متقطعة وتبدء الوحدة بعد زمن تأخير تشغيل كونتاكتور المصدر
- ✓ بعد مرور زمن تأخير تشغيل الكونتاكتور(تقريبا ثانية) سيعمل كونتاكور المصدر وتضيء لمبة بيان كونتاكتور المصدر وتثبت لمبة بيان المصدر باللون الاخضر ويفصل المولد
- ✓ يوجد ايضا وحدات بها زمن تبريد للمولد بالتالى لن يفصل المولد بدخول كونتاكتور المصدر اى لن يكون زمن تبريد المولد هو زمن تأخير كونتكتور المصدر بل يكون زمن منفصل...



طريقة التوصيل

النقطة رقم ١ توصل بكويل كونتاكتور المصدر عبر نقطة مغلقة من كونتاكتور المولد (انترلوك كهربى)
النقطة رقم ٩ توصل بكويل كونتاكتور المولد عبر نقطة مغلقة من كونتاكتور المصدر (انترلوك كهربى)



النقطة رقم ١٠ توصل لوحدة او دائرة تشغيل المولد
النقاط ٦-١١ توصل بموجب وسالب بطارية المولد
النقاط ٢-٣-٤-٥ توصل بفازات ومحايد المصدر
النقاط ٦-٧ توصل بفاز ومحايد المولد

ملحوظة

- كويل كونتاكتور المصدر وكونتاكتور المولد يعمل بجهد المصدر اى ٢٢٠ فولت!!
- اشارة تشغيل المولد عبارة عن جهد البطارية اى ١٢ او ٢٤ فولت !!
- يجب تأريض سالب البطارية!

ثالثاً وحدة التحكم فى المولد بها خاصية التحويل الالى ATS
نظرا للتطور الكبير فى مجال صناعة المعالجات الرقمية والذاكرة امكن بسهولة تصنيع وحدات تحكم فى المولد ذات قدرة معالجة بيانات عالية وذاكرة كبيرة وشاشة lcd واضحة وذات امكانيات برمجية كبيرة ومرنة، لذا اصبح من السهل على المصنعيين اضافة خاصية التحويل الالى لوحدة التحكم فى المولد فكل ما يتطلب هو نقطة مفتوحة لتشغيل كونتاكتور المصدر واربع نقاط على الاقل لمراقبة جهد وتردد وتيار المصدر بالاضافة لجزء برمجى، فبفضل الامكانيات البرمجية الكبيرة للمعالجات الحديثة اصبح بالامكان التحكم بسهولة فى ازمنة التأخير بدائرة التحويل التلقائى ايضا اصبح بالامكان تقديم حماية اكبر للمصدر وللمولد من ارتفاع او انخفاض الجهد و ارتفاع او انخفاض التردد وانعكاس تتابع الفازات بسهولة ودقة كبيرة بالاضافة للحمايات التقليدية للمولد من ضغط الزيت وانخفاض الوقود وارتفاع حرارة المبرد بل اصبح بالامكان تقديم نقاط دخل وخرج قابلة للبرمجة تبعا للتطبيق مما جعل وحدات التحكم فى المولد الحديثة تقارب اجهزة التحكم PLC

مثال وحدة تشغيل المولد dse5520 بها خاصية التحويل الالى



تتيح هذه الوحدة للمستخدم التحكم فى المولد بالتشغيل والايقاف ومراقبة حالة المولد من درجة حرارة وضغط زيت وتيار وجهد وتردد وقدرة ومعامل قدرة الخ ، كما تتيح تحويل الحمل من المصدر الى المولد فى حالة فشل المصدر (انقطاع المصدر او هبوط /ارتفاع الجهد)

وبالطبع تتيح التحكم التام فى ازمنة التحويل بين المصدر والمولد وقيم حماية الحمل من ارتفاع/انخفاض جهد المصدر ومن ارتفاع/انخفاض جهد او تردد المولد ، كما يوجد بها امكناية عمل تزامن للمولد مع المصدر.. بالاضافة لوجود نقاط دخل وخرج قابلة للبرمجة مما يرتقى بالوحدة من مجرد كونها وحدة تحكم وتحويل ألى الى وحدة تحكم برمجى مخصصة للمولد....

مكونات الوحدة



التحويل الألى من المصدر للمولد
يستخدم هذا النظام مع احمال الطوارىء وهى الاحمال الحرجة التى لا نريد فصل الكهرباء عنها

يتم تفعيل هذا النام بالضغط على زر ألى او Auto AUTO حيث تضىء لمبة بجانب الزر للتأكيد على تفعيل النظام...

- فى حالة ارتفاع/انخفاض جهد المصدر عن الحدود المبرمجة لزمن معين تحدده انت ،ستفصل لمبة المصدر الخضراء بعد هذا الزمن
- سيتم بدء عد زمن تأخير تشغيل المولد
- بعد مرور زمن تأخير التشغيل سيتم بدء عد زمن التسخين وسيتم تشغيل السخانات (ان وجدت) لتسخين جسم المحرك فى حالة الاجواء الباردة
- يتم ارسال اشارة لصمام الوقود (او الى وحدة ECU) وبعد ثانية سيتم تشغيل محرك البدء
- يعمل محرك البدء لزمن محدد لمحاولة بدء الديزل ،اذا فشل سيتوقف المحرك لزمن محدد ،ثم يعاود الكرة مرة اخرى لعدد معين من المرات تحدده انت ثم يظهر انزار فشل البدء وستظهر الشاشة رسالة فشل البدء

Alarm
Shutdown
Fail to start

- فى حالة نجاح تشغيل الديزل سيتم فصل محرك البدء عند وصول تردد خرج المولد لقيمة محددة (لذا يمكن الاستغناء عن حساس السرعة....) ايضا يمكن فصل محرك البدء عند ارتفاع ضغط الزيت ولكن لايستطيع ضغط الزيت ان يعطى مؤشر على ارتفاع/انخفاض السرعة....
- بعد فصل محرك البدء سيبدء مؤقت زمنى بعد زمن الامان saftey timer وذلك حتى يستقر ضغط الزيت وحرارة وسرعة الديزل وجهد وتردد المولد لان خلال هذا الزمن فان كل ماسبق قد يكون

خارج الحدود بالتالى يمنع المؤقت ظهور انزار خلال هذا الزمن.....

- بعد بدء الديزل (انقضاء زمن الامان ولم يحدث انزار...) سيبدء بعد زمن تسخين الديزل
- سيتم فصل كونتاكتور المصدر وبعد زمن تأخير transfer delay سيتم تشغيل كونتاكتور المولد (يجب ان يصل ضغط زيت للقيمة المطلوبة والا لن يحدث نقل الحمل على المولد لمنع تلف الاجزاء الميكانيكية...)
- بعد عودة المصدر سيبدء عد زمن تأخير توصيل الحمل على المصدر
- سيتم فصل كونتاكور الحمل وبعد زمن تأخير قصير سيتم تشغيل كونتاكتور المصدر
- سيتم فصل المولد بعد مرور زمن تبريد المولد

ملحوظة:
يجب ايقاف خاصية التزامن،
اذا كانت مفعلة ، فعند عودة المصدر سيتم تزامن المولد والمصدر لزمن معين ثم سيتم نقل الاحمال تدريجيا للمصدر ثم يتم ايقاف الديزل
بتفعيل خاصية التزامن اى تشغيل المولد والمصدر معا على التوازى اى كونتاكتور المصدر والمولد يعملا معا فى وقت واحد ، بالتالى لايجب فى هذه الحالة استخدام انترولك ميكانيكى ولا حتى كهربى!!!!

البدء عن بعد (نظام الجزيرة!!) Remote start island mode
يتم تشغيل المولد كالسابق تماما وذلك بواسطة اشارة خارجية ، اى مفتاح خارجى يتم توصيله بالوحدة وبغلق المفتاح تبدء الوحدة تشغيل المولد والنقل تلقائيا للمولد كالسابق تماما
سمى بنظام الجزيرة لانه عادة فى الجزر يكون النظام الكهربى ضعيف ومن الشائع التنبيه على قطع المصدر فى ازمنه محددة فيتم تفعيل التحويل اليدوى قبل هذا الزمن بدقيقة تقريبا....

بدء الوحدة بواسطة الحمل Remote start on load
تقوم الوحدة بقياس تيار الحمل على المصدر وعند وصول الحمل لقيمة معينة (اكبر مما يتحملها محول المصدر مثلا !!) ستبدء الديزل كالسابق تماما وستزامن الديزل مع المصدر وتبدء بتوزيع الاحمال بينهم....

التشغيل اليدوى manual mode

بالضغط على زر التشغيل اليدوى سيتم تفعيل النظام اليدوى وستضىء لمبة البيان

اذا تم الضغط على زر بدء سيبدء الديزل فى العمل كالسابق تماما وبعد تمام بدء الديزل ستضىء لمبة المولد على الشاشة ولن يتم نقل الحمل الى المولد الا فى حالة

- ✓ فشل المصدر
- ✓ وجود اشارة تشغيل عن بعد
- ✓ الضغط على زر نقل الحمل الى المولد من على الشاشة

فى اى من الحالات السابقة سيتم نقل الحمل الى المولد او سيتم تزامن المولد مع المصدر (فى حالة تفعيل التزامن)

نظام الاختبار test mode
يتم اختبار المولد بالحمل الكامل

بالضغط على زر اختبار من شاشة الوحدة سيتم بدء الديزل كالسابق تماما وبعد البدء سيتم نقل الحمل الى المولد كالسابق (لو تشغيل التوازى مفعل سيتم تزامن المولد والمصدر والعمل معا...)
سيظل الحمل على المولد حتى يتم تغيير نظام التشغيل الى اى نظام اخر...

الحمايات

بما ان الوحدة تتحكم فى تشغيل المولد بالكامل بالتالى هى توفر حماية كاملة للمولد وللحمل وللديزل!
فى حالة حدوث انزار فسيضرب جرس تنبيه وتظهر رسالة بالانزار على الشاشة ، ايضا من الممكن برمجة لمبة بيان معينة لتضىء فى حالة انزار معين ويتم كتابة وصف الانزار بجانب لمبة البيان اذا تم برمجتها...
كما يمكن الضغط على زر كتم صوت الانزار

الشاشة العادية فى حالة التشغيل الطبيعى
تظهر قيمة الجهد والتيار والقدرة ومعامل القدرة

Generator available
L-N 229v 0A
L-L 400v 50.0Hz
pf 0.00 0KW

فى حالة حدوث انزار ستظهر شاشة بها وصف الانزار
مثلا
انزار بفصل الديزل بسبب الحرارة العالية لماء التبريد

Alarm
Shutdown
High coolant temp

رسالة التحذير

رسالة تلفت انتباه المستخدم لشىء غير عادى ، ولكنه لن يؤثر على نظام تشغيل المولد (لن يؤدى لفصل المولد)

- رسالة تحذير فشل شحن البطارية ، ستظهر هذه الرسالة اذا لم يكن هناك جهد من الشاحن alternator
- رسالة تحذير بانخفاض/ارتفاع جهد البطارية
- رسالة تحذير بفشل ايقاف الديزل، ستظهر هذه الرسالة اذا وجدت الوحدة ان الديزل مازال يعمل عبر حساس السرعة او التردد او ضغط الزيت...
- رسالة تحذير بارتفاع درجة حرارة رومان البلى
- رسالة تحذير بانخفاض مستوى خزان الوقود
- رسالة تحذير بانخفاض درجة حرارة ماء التبريد

- ❖ رسالة تحذير بفشل فتح/غلق المولد ، تظهر هذه الرسالة اذا لم تتلقى الوحدة اشارة تأكيد من الكونتاكتور او القاطع بتمام الفتح او الغلق
- ❖ رسالة تحذير بفشل فتح/غلق المصدر، تظهر هذه الرسالة اذا لم تتلقى الوحدة اشارة تأكيد من الكونتاكتور او القاطع بتمام الفتح او الغلق

رسالة تحذير تماثلية

رسالة تحذير حتى تلفت انتباه المستخدم لشىء غير عادى ، لن يؤثر على نظام تشغيل المولد لحظيا، لكن ان استمرت المشكلة سيؤدى لايقاف المولد سميت تماثلية لانها تكون عادة بسبب اشارة تماثلية وليست رقمية مثل

- ❖ انخفاض ضغط الزيت
- ❖ ارتفاع درجة حرارة مياه التبريد
- ❖ ارتفاع /انخفاض سرعة الديزل
- ❖ ارتفاع/انخفاض التردد
- ❖ ارتفاع/انخفاض جهد المولد
- ❖ ارتفاع تيار الحمل
- ❖ انزار فقد الاثارة ، يظهر هذا الانزار اذا كانت كيلو فار الحمل بالسالب ، حيث تقوم الوحدة بقياس كيلو فار الحمل...

عند ظهور اى من رسائل التحذير السابقة فيجب من المستخدم محاولة حل المشكلة.. فاذا استمر الانزار سيؤدى لفصل المولد فمثلا اذا استمر انزار ارتفاع حرارة مياه التبريد واستمرت الحرارة فى الارتفاع ستصل لقيمة معينة يفصل عندها المولد ، اما ان انخفضت درجة الحرارة سيختفى الانزار ويستمر المولد بالعمل...

رسائل الانزار والفصل

بظهور اى من هذه الرسائل سيتوقف المولد ولن يعمل الا بازالة العطل واختفاء الانزار...

فشل اى حماية اساسية للديزل او المولد او الحمل ستؤدى الى تلك النتيجة الانزار والفصل

مثل

- ❖ فشل بدء الديزل
- ❖ الايقاف الطارىء ، الضغط على زر الايقاف الطارىء
- ❖ انخفاض ضغط الزيت
- ❖ ارتفاع حرارة ماء التبريد
- ❖ ارتفاع/انخفاض السرعة
- ❖ ارتفاع/انخفاض التردد
- ❖ ارتفاع/انخفاض الجهد
- ❖ فقد اشارة ضغط الزيت
- ❖ عدم توازن للحمل على الثلاث فازات Negative phase sequence

لاحظ ان هناك قيمة لدرجة حرارة ماء التبريد تظهر انزار وقيمة اخرى تفصل المولد ، كذلك الحال لباقى الاشارات..

الحماية الكهرببية

عند تفعيل الحماية الكهربية لاى سبب يتم ايقاف المولد ولكن عكس الحالات السابقة ، الايقاف يكون بصورة منظمة وليس ايقاف لحظى..
حيث يتم اولا فصل القاطع لفصل الحمل ثم يعمل المولد لزمن التبريد ثم يتم ايقاف المولد..
ويجب عمل تأكيد لرسالة الخطأ وازالة سبب العطل لاعادة تشغيل المولد..
مثلا

- الفصل بسبب ارتفاع التيار ، اذا ارتفع التيار الى قيمة معينة يظهر رسالة تحذير بارتفاع التيار وبمرور زمن معين يحدد بواسطة معامل الحمل الزائد يقوما لملولد بالفصل واظهار هذا الانزار (عادة معامل الحمل الزائد ١١٠% لمدة ساعة، اذا تم استخدام ٢٠٠% حمل زائد يكون الزمن تقريبا٣٦ ثانية!! فالزمن مرتبط بمعامل الحمل الزائد!!)
- اشارة فصل كهربى electrical trip ، اذا تم برمجة اى نقطة دخل كاشارة فصل trip
- انعكاس القدرة reverse power ، اذا انعكست القدرة على المولد لمقدار معين تحدده انت سيفصل المولد بالنمط السابق (فصل القاطع ثم تبريد المولد وفصله!)
- قصر بالمولد
- فقد الاثارة loss of excitation ، يظهر هذا الانزار فى حالة كانت الكيلو فار اكبر من قيمة معينة وبالسالب
- عدم اتزان الاحمال على المولد negative phase sequence
- فشل غلق المولد ، حينما لاتأتى اشارة تأكيد بغلق قاطع او كونتاكتور المولد

الاعدادات

يتم الدخول الى الاعدادات بواسطة رمز سرى pin code

يتم ضبط

- ضغط الزيت ، قيمة الانزار وقيمة الفصل
- درجة حرارة ماء التبريد ، قيمة الانزار وقيمة الفصل للحرارة العالية وايضا قيمة الانزار لانخفاض الحرارة
- انخفاض مستوى خزان الوقود ، قيمة الانزار

يمكن ايضا ضبط المؤقتات الزمنية

- تأخير تشغيل كونتاكتور/قاطع المصدر، الاعداد الافتراضى ٢ ث
- تأخير تشغيل كونتاكتور/قاطع المولد، الاعداد الافتراضى صفر ث (لان عادة يكون هناك زمن تسخين للمولد)
- تأخير تشغيل المولد ، الاعداد الافتراضى ٥ ث
- تسخين الديزل قبل البدء ، الاعداد الافتراضى صفر ث (يفعل فى حالة الاجواء الباردة وفى حالة وجود سخانات!)
- زمن تشغيل محرك البدء ، الاعداد الافتراضى ١٠ ث
- زمن الغاء الانزارات saftey timer ، الاعداد الافتراضى ١٠ ث
- زمن تشغيل المولد بلا حمل للتسخين ، الاعداد الافتراضى صفر ث
- زمن النقل transfere delay وهو زمن بين فصل قاطع او كونتاكتور المولد وتشغيل قاطع او كونتاكتور المصدر ، الاعداد الافتراضى ٠,٧٥ ث
- تأخير عودة المصدر return delay للتاكد من ثبات المصدر ، الاعداد الافتراضى ٢ ث
- زمن تبريد المولد ، اى يعمل المولد بلا حمل لزمن معين لتبريده ، الاعداد الافتراضى ٦٠ ث

المصدر

- قيمة انخفاض الجهد ، الاعداد الافتراضى ١٨٤ فولت l-N
- قيمة ارتفاع الجهد ، الاعداد الافتراضى ٢٧٧ فولت L-N
- قيمة انخفاض التردد ، الاعداد الافتراضى ٤٥ هرتز
- قيمة ارتفاع التردد ، الاعداد الافتراضى ٥٥ هرتز

المولد

- قيمة انخفاض الجهد للفصل ، الاعداد الافتراضى ١٨٤ فولت L-N
- قيمة انخفاض الجهد للانزار ، الاعداد الافتراضى ١٩٦ فولت L-N
- قيمة الجهد المقتن ٢٣٠ فولت
- قيمة ارتفاع الجهد للفصل ، الاعداد الافتراضى ٢٧٧ فولت L-N
- قيمة ارتفاع الجهد للانزار ، الاعداد الافتراضى ٢٦٥ فولت L-N
- قيمة انخفاض التردد للفصل ، الاعداد الافتراضى ٤٠ هرتز
- قيمة انخفاض التردد للانزار، الاعداد الافتراضى ٤٢ هرتز
- قيمة ارتفاع التردد للفصل ، الاعداد الافتراضى ٥٧ هرتز
- قيمة ارتفاع التردد للانزار، الاعداد الافتراضى ٥٥ هرتز
- التردد المقتن ٥٠ هرتز
- قيمة التيار الزائد ١٠٠%
- قيمة تيار القصر ٢٠٠%
- قيمة انعكاس القدرة ١٠%

المحرك

- قيمة انخفاض السرعة للفصل ، غير مفعلة
- قيمة انخفاض السرعة للانزار، غير مفعلة
- قيمة ارتفاع السرعة للفصل، غير مفعلة
- قيمة ارتفاع السرعة للانزار، غير مفعلة

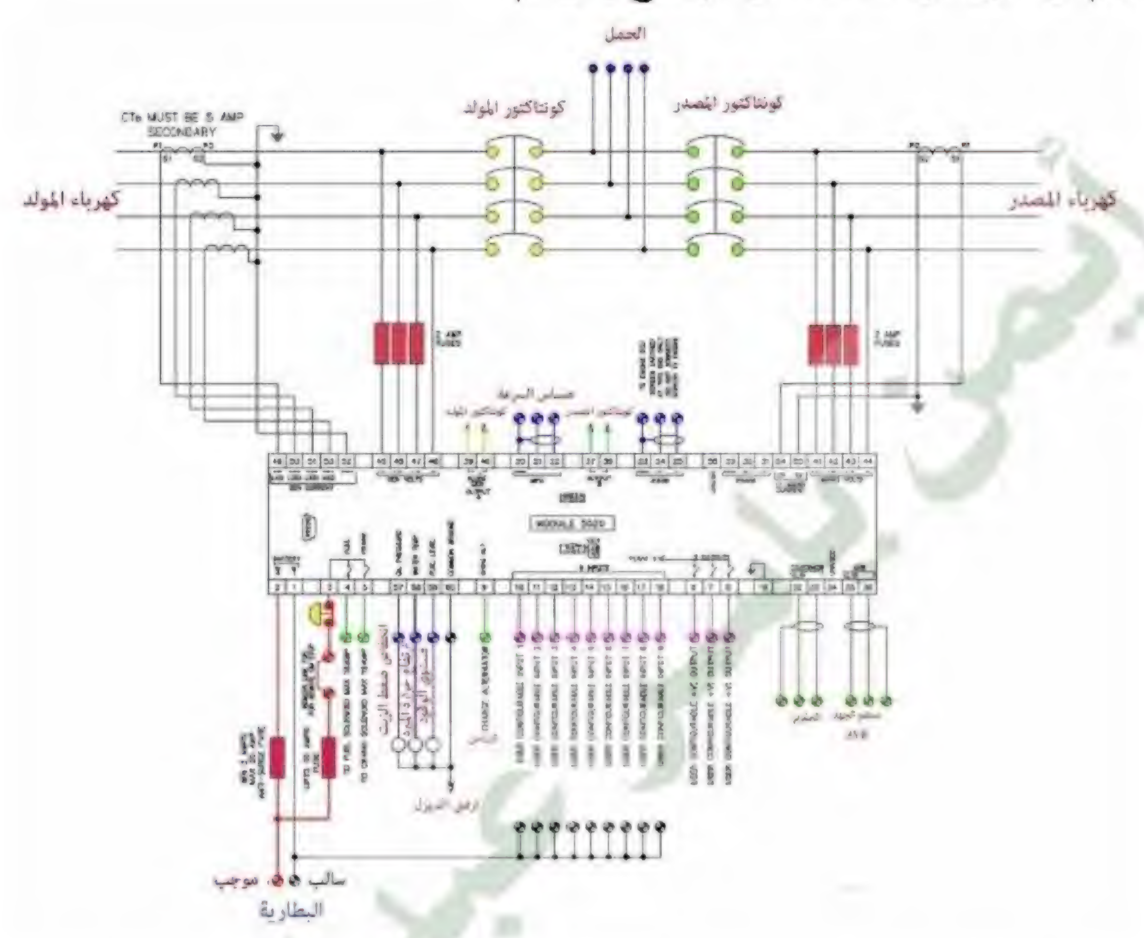
- قيمة اقل جهد للبطارية ، الاعداد الافتراضى ١٠ فولت
- قيمة اعلى جهد للبطارية ، الاعداد الافتراضى ٣٠ فولت

اعدادات التطبيق

- نظام الكهرباء ، ٣ فاز اربع اطراف او ٣ فاز ٣ اطراف او ٢ فاز طرفين الخ الخ
- تيار المولد المقنن، الاعداد الافتراضى ٥٠٠ امبير
- تيار الملف الابتدائى لمحول التيار الخاص بالمولد ، الاعداد الافتراضى ٦٠٠ امبير
- تيار الملف النهائى لمحول التيار الخاص بالمولد ، ٥/١ امير
- تيار الملف الابتدائى لمحول التيار الخاص بالمصدر، الاعداد الافتراضى ٦٠٠ امبير
- تيار الملف النهائى لمحول التيار الخاص بالمصدر ، ٥/١ امير
- القدرة الفعالة المقننة للمولد ، الاعداد الافتراضى٣٤٥ كيو وات
- القدرة الغير فعالة المقننة للمولد، الاعداد الافتراضى ٢٥٨ كيلو فار
- معامل قدرة الحمل ، الاعداد الافتراضى ١
- معامل تسارع او زيادة الحمل فى حالة التشغيل على التوازى ٣%
- قدرة المولد فى حالة التشغيل على التوازى ٥٠%

طريقة التوصيل

يتم توصيل الوحدة كما هو موضح بالرسم



يتم توصيل اطراف المصدر L1-L2-L3-N بالنقاط ٤١-٤٢-٤٣-٤٤ على الترتيب لقياس جهد وتردد المصدر وجهد المحايد

يتم توصيل محول تيار على فازة المصدر بالنقاط ٥٤- ٥٥ وتوصيل النقطة ٥٥ بالارضى قياس تيار المصدر...

يتم توصيل اطراف المولد L1-L2-L3-N بالنقاط ٤٥-٤٦-٤٧-٤٨ على الترتيب لقياس جهد وتردد المصدر وجهد المحايد

يتم توصيل محول تيار على كل فازة ومحايد وتوصيل الطرف الاول ب ٥٤-٥٠-٥٠-٥٣ على الترتيب وتوصيل الطرف الاخر لكل محول تيار معا بالنقطة ٥٢ وتوصيلها بالارضى..

- فى كتالوجات الشركات ستلاحظ ان قدرة المولد عند ٦٠هرتز اكبر من قدرته عند ٥٠ هرتز بمقدار ٢٠% للمولدات حتى قدرة ٢٠ كيلو فولت امبير(الجهد يزيد بمقدار ٢٠%) وتزيد بمقدار ١٠% فقط للمولدات الاكبر من ٢٠ كيلو فولت امبير (الفولت يزيد بمقدار ١٠%)

فى مولدات ستامفورد مثلا

قدرة المولدات ٢ قطب عند تشغيلها بتردد ٥٠ هرتز (اى بسرعة ٣٠٠٠ لفة /دقيقة) وجهد فى حالة توصيلة ستار ٣٨٠-٤١٥ فولت

Star 380V-415V
Parallel Star 190V-208V
Delta 220V-240V
50Hz/3000rpm
0.8 Power Factor

Winding 311	TEMPERATURE RISE									
	Standby 163/27		Standby 150/40		Continuous 125/40 (H)		Continuous 105/40 (F)		Continuous 80/40 (B)	
Model	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW
PI042D	13.8	11.0	13.5	10.8	12.5	10.0	11.5	9.2	10.0	8.0
PI042E	16.5	13.2	16.2	13.0	15.0	12.0	13.5	10.8	12.0	9.6
PI042F	19.3	15.4	18.9	15.1	17.5	14.0	16.0	12.8	14.0	11.2
PI042G	22.0	17.6	21.6	17.3	20.0	16.0	18.0	14.4	16.0	12.8
PI142D	27.5	22.0	27.0	21.6	25.0	20.0	22.5	18.0	20.0	16.0

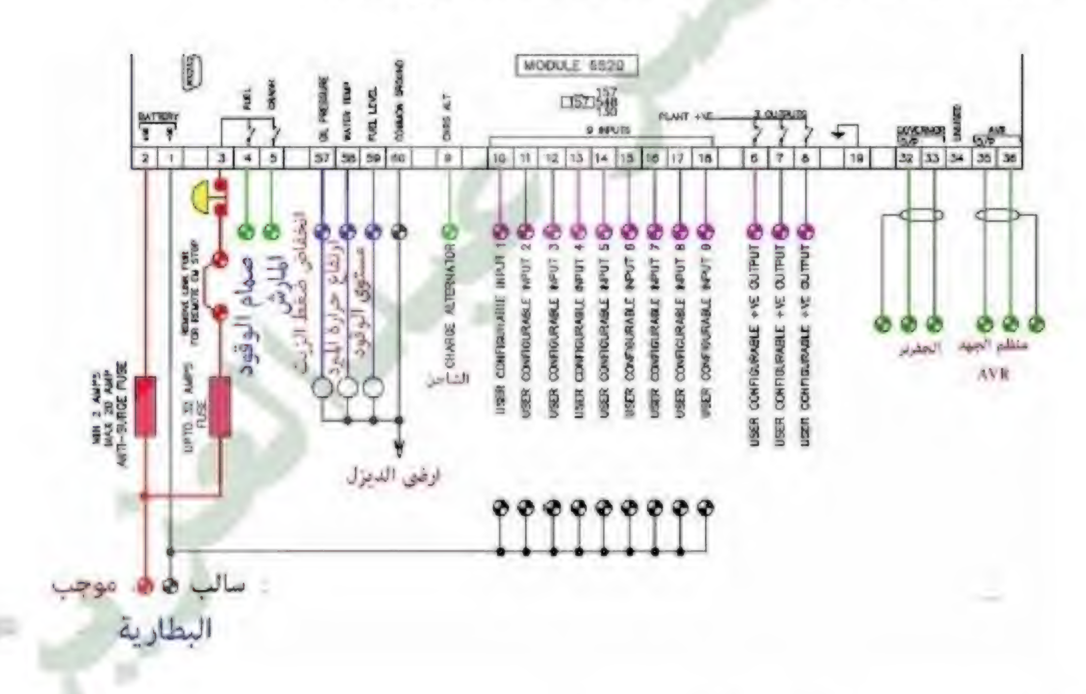
قدرة المولدات ٢ قطب عند تشغيلها بتردد ٦٠ هرتز (اى بسرعة ٣٦٠٠ لفة /دقيقة) وجهد فى حالة توصيلة ستار ٣٨٠ فولت

Star 380V
Parallel Star 200V
Delta 220V
60Hz/3600rpm
0.8 Power Factor

Winding 311	TEMPERATURE RISE									
	Standby 163/27		Standby 150/40		Continuous 125/40 (H)		Continuous 105/40 (F)		Continuous 80/40 (B)	
Model	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW
PI042D	13.9	11.1	13.6	10.9	12.6	10.1	11.3	9.0	10.1	8.1
PI042E	16.7	13.4	16.4	13.1	15.2	12.2	13.6	10.9	12.2	9.8
PI042F	19.1	15.3	18.7	15.0	17.4	13.9	15.6	12.5	13.9	11.1
PI042G	22.1	17.7	21.7	17.4	20.1	16.1	18.1	14.5	16.1	12.9
PI142D	25.1	20.1	24.7	19.8	22.8	18.2	20.6	16.5	18.2	14.6

ستلاحظ ان قدرة المولد عند تشغيله بتردد ٥٠ هرتز تقريبا نفس قدرته عند تشغيله بتردد ٦٠ هرتز عند تثبيت الجهد عند ٣٨٠ فولت

يتم توصيل سالب البطارية بالنقطة ١
يتم توصيل موجب البطارية بالنقطة رقم ٢
يتم توصيل موجب البطارية الى مفتاح الايقاف الطارىء والطرف الاخر للمفتاح الى النقطة رقم ٣
٣-٤ نقطة وضع طبيعى مفتوح ،يتم توصيل النقطة ٤ بصمام الوقود
٣-٥ نقطة وضع طبيعى مفتوح ،يتم توصيل النقطة ٥ بمحرك بدء الديزل
٥٧ اشارة ضغط الزيت (اشارة تماثلية والطرف السالب للاشارة يتصل بالنقطة ٦٠)
٥٨ اشارة درجة حرارة ماء التبريد (اشارة تماثلية والطرف السالب للاشارة يتصل بالنقطة ٦٠)
٥٩ اشارة مستوى خزان الوقود (اشارة تماثلية والطرف السالب للاشارة يتصل بالنقطة ٦٠)
٩ اشارة من شاحن البطاريات charge alternator



النقاط ١٠-١٨ نقاط دخل قابلة للبرمجة
النقاط ٦-٨ نقاط خرج قابلة للبرمجة

تم بحمد الله

المراجع

- كتاب المولدات العاملة بماكينات الديزل للمهندس احمد عبدالمتعال
- كتاب دوائر التحويل الألى تأليف عقيل المحمد فنى كهرباء
- Fault finding manual for Stamford AC generator from Cummins power geneartion
- Stamford AC generators installation , service and maintenance manual
- Mgna Plus generators installation , operation and maintenance manual
- Stamford alternator rating book
- Leroy somer alternators installation and maintenance manual
- Comparison of generators excitation sys paper from Cummins power generation
- Basic electronic speed governer manual from woodward
- EPG Electrically Powered Governor manual from woodward
- VRS Industrial Magnetic Speed Sensors manual from honywell
- Automatic synchrizer ASY-96 manual
- Generator control relays manual from LARSEN & TOUBRO
- Instruction Manual Installation, Operation , Maintenance for ac center air generator from KATO engineering

- Assembly and disassembly procedures of line G synchronus alternator from WEG
- ISO 8528-3
- Excitation and regulation systems from loery somer
- AC generators and motors from CED
- Impact of leading power factor loads on synchronus alternator by Cummins power generation
- Understanding ISO 8528-1 Generator Set Ratings Cummins power generators
- Generator sizing guide by EATON
- How to size a genset:Proper generator set sizing requires analysis of parameters and loads by Cummins power generation
- Sizing gensets for motor starting by KOHLER power sys
- How VFDs Affect Genset Sizing by TRANE
- Aplying variable speed drives on a generator power source by john t. streicher
- Generation Selection and Non-Linear Loads from Marathon
- Generator Compatibility of Passive Filters By Ian Wallace
- understanding nonlinear loads and generator set interaction by gregory m. williams, caterpillar inc.
- harmonic mitigation of 12-pulse drives with unbalanced input line voltages by Karl M. Hink

الخاتمة

الحمد لله الذى بنعمته تتم الصالحات
تم بحمد الله النسخة المبدئية للجزء الرابع من موسوعة التحكم من التاء الى الميم وهو تحت المراجعة لتصحيح اى اخطاء عليمة او ادبية او مطبعية او تنظيمية بالكتاب لذا فى حالة وجود اى اخطاء سالفة الذكر برجاء المراسلة على الميل
ayman.yasser@ymail.com

لتصحيح اى اخطاء موجودة بالكتاب قبل اصدار النسخة النهائية من الكتاب باذن الله تعالى، ولن يتم اصدار النسخة النهائية قبل مدة كافية للتاكد من تصحيح اى اخطاء موجودة بالكتاب تجنبا لنشر معلومات خاطئة ،

واخيراً وليس اخراً اتمنى ان تكونوا استفدتم شيئا ولو القليل
والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

م/ ايمن ياسر عبدالعزيز
٢٠١٧-٢-٧

